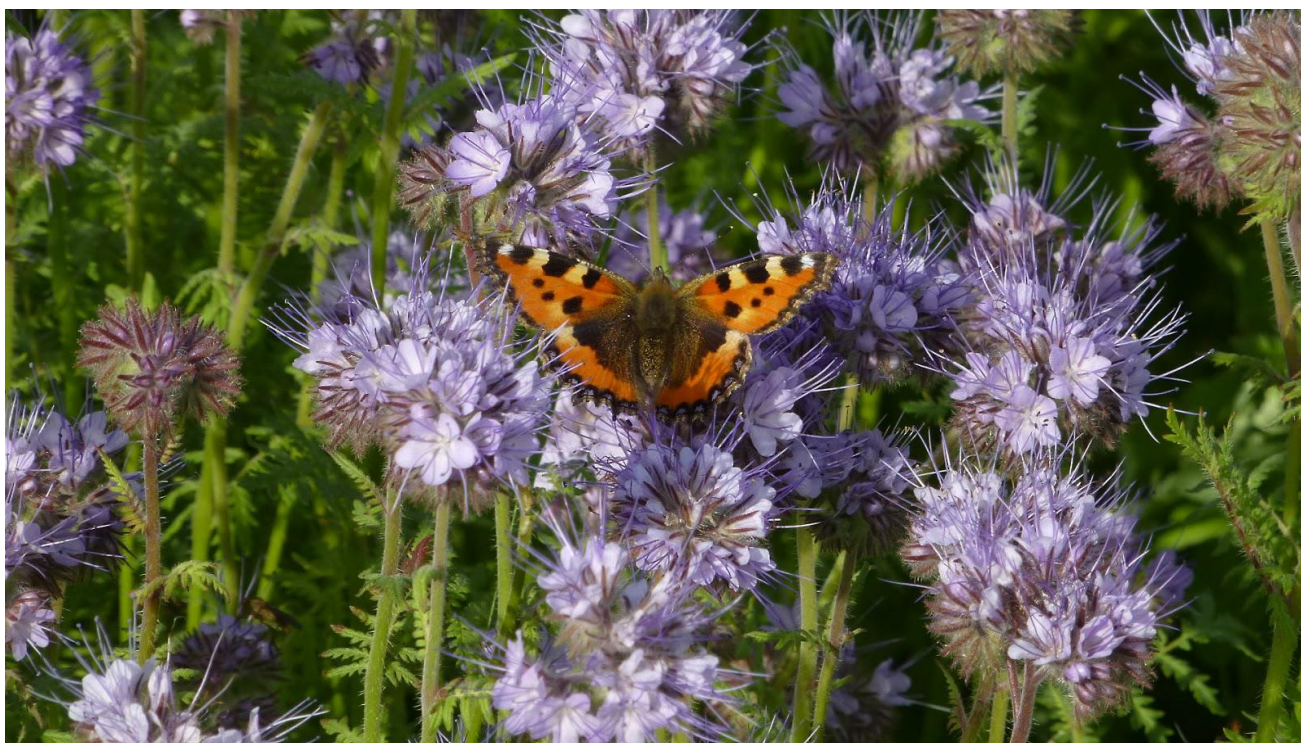


Att förlänga odlingssäsongen och samtidigt behålla markens bördighet

A presentation of methods for extending the growing season while keeping the
fertility of the soil

Minna Ö Björkhem



Att förlänga odlingssäsongen och samtidigt behålla markens bördighet

A presentation of methods for extending the growing season while still keeping the fertility of the soil

Minna Ö Björkhem

Handledare: Helena Karlén, SLU, Institutionen för Biosystem och teknologi

Examinator: Lars Mogren, SLU, Institutionen för Biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0495

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

Examen: Trädgårdsingenjör, kandidatexamen i trädgårdsvetenskap

Ämne: Trädgårdsvetenskap

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och utgivningsår: Juni 2015

Omslagsbild: *Phacelia tanacetifolia* i sällskap av *Aglais urticae*. Fotograf: Minna Ö Björkhem

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Grönsaker, odling, markbördighet, säsong

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

Nyttoväxter är för mig ett kärt ämne, och denna uppsats har givit tillfälle till fördjupning i grönsaksodling! Den har skrivits i vårens vackraste tid när grönsakslandet lockat och frön av alla de slag ropat efter att få sättas i jorden. Stort tack till min handledare Helena Karlén för hennes vägledning, goda idéer och tålamod. Ett stort tack också till mina nära och kära, som kommit med glada tillrop, kaffe och virkade plantor under skrivandets gång. Mitt mål med den här uppsatsen är att erbjuda användbar information för alla som önskar odla grönsaker med förlängd säsong och bibehållen markbördighet.

Sammanfattning

En litteratursökning har gjorts i syfte att ta reda på vilka metoder som kan användas för att uppnå en längre odlingssäsong för grönsaker samtidigt som markens bördighet bibehålls. Åtta vanliga grönsaksfamiljer beskrivs med fokus på egenskaper kopplade till skördetidpunkt och hur de kan passas in i en växtföljd. Familjerna som behandlas är Amaranthaceae, Apiaceae, Cucurbitaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Alliaceae, Solanaceae och Fabaceae. Odlingssäsongen kan förlängas genom att styra mikroklimatet på olika sätt. De metoder som behandlas här är förkultivering, odling i upphöjda bäddar, odling i tunnel, mark- och kulturtäckning, samt val av arter och sorter. Faktorer som har betydelse för markens bördighet är struktur, mullhalt, katjonbytekapacitet, C/N kvot och livet i marken. För att kunna bruka marken utan att utarma den är det viktigt att odlaren har god kännedom om odlingsplatsen och dess förutsättningar. Kunskap om hur olika kulturåtgärder påverkar struktur, näringsinnehåll och förekomst av jordburna patogener är av avgörande betydelse. Vid val av grödor och planering av en växtföljd bör hänsyn tas till odlingsplatsens jordmån och mikroklimat.

Abstract

A literature search has been made to find methods that can be used to attain a longer growing season for vegetables, while still maintaining the fertility of the soil. Eight common vegetable families are described with focus on properties related to harvest time and how they can be placed in a crop rotation. The plant families are Amaranthaceae, Apiaceae, Cucurbitaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Alliaceae, Solanaceae and Fabaceae. An extended growing season can be achieved by controlling the microclimate. The methods presented in this paper are pre-cultivation, raised beds, plastic tunnels, row cover, mulches, and choice of species and varieties. Soil fertility is related to structure, organic matter content, cation exchange capacity, C/N ratio and soil organisms. In order to cultivate crops without depleting the land, it is vital to possess knowledge of the cultivation site and its conditions. Knowledge of how cultural practices affect soil structure, nutrient content and occurrence of soil-borne pathogens is also crucial for keeping the fertility of the soil. In the choice of crops and planning of a crop rotation and cultural activities, the properties of the soil and microclimate of the cultivation site should be taken into account.

Innehållsförteckning

1. Introduktion	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Frågeställning	2
1.3 Syfte och mål	2
2. Metod.....	3
2.1. Metod	3
2.2 Avgränsning.....	4
3. Resultat.....	4
3.1 Marken.....	4
3.1.1 Markens struktur	4
3.1.2 Jordens värmeledningsförmåga	7
3.1.3 Organiskt material och livet i marken	7
3.2 Bördighet	8
3.2.1 Att bibehålla markens bördighet	9
3.2.2 Växtföljd.....	9
3.2.3 Gröngödsling.....	13
3.3 Växtfamiljer	14
3.3.1 Amarantväxter, Amaranthaceae	14
3.3.2 Flockblommiga, Apiaceae	15
3.3.3 Gurkväxter, Cucurbitaceae	15
3.3.4 Korgblommiga, Asteraceae	16
3.3.5 Kålväxter, Brassicaceae	17
3.3.6 Lökväxter, Alliaceae	17
3.3.7 Potatisväxter, Solanaceae	18
3.3.8 Ärtväxter, Fabaceae.....	18
3.4 Att planera en växtföljd	19
3.4.1 Näringskrav	19
3.4.2 Exempel på en växtföljd.....	20
3.5 Odlingssäsongen.....	21
3.5.1 Faktorer som påverkar odlingssäsongen	22
3.5.2 Metoder att tillämpa för att uppnå en längre odlingssäsong.....	24
4. Diskussion och slutsats.....	28
4.1 Odlingssäsongen	28
4.2 Bördighet	29
4.3 Metoddiskussion.....	29
4.4 Klimatförändringar	30
4.5 Slutsats.....	30
5. Referenser	31

1. Introduktion

Fritidsodlingens Riksförbund (FOR) rapporterar om ett ökat intresse i Sverige att odla nyttoväxter (Björkman, 2012). Detta intresse speglas också i dagspressen, odling av ätbara växter är en tydlig trend enligt Ellingsworth (2015). Vad är det då som gör det intressant för människor att odla sina egna grönsaker? Delvis kan hänsyn till miljö och hälsa förklara detta; Enligt Urtekrams eko-barometer 2014 är Sveriges invånare oroade över miljöpåverkan och innehållet i icke-ekologiska livsmedel (Urtekram, 2014). Hela 90 procent av de tillfrågade tror att dagens livsmedelsproduktion kan ha en negativ miljöpåverkan, och åtta av tio oroar sig också för att maten kan påverka hälsan negativt. En aspekt av livsmedlens påverkan på miljön är att transporterna leder till koldioxidutsläpp som är negativa för miljön (Lagerberg-Fogelberg, 2008). Enligt FOR har hälften av de hushåll som bedriver trädgårdsodling nära till odlingen (Björkman, 2012). Genom den egna produktionen av livsmedel minskar därmed behovet av transporter vilket i sin tur bidrar till en minskad miljöbelastning. Genom att fritidsodlarna komposterar och återför humusämnen till odlingen blir det också möjligt att uppnå ett lokalt kretslopp.

När det gäller hälsa har många en uppfattning om att egenodlad mat är sund och ger en bättre kontroll över livsmedlen (Epoch Times, 2014). Bristande förtroende för livsmedelsproducenterna är alltså den bakomliggande orsaken till att folk vill odla en del livsmedel själva. Fritidsodlingens Riksförbund tar i sin rapport upp ytterligare anledningar till att människor odlar; Det kan vara för rekreation, avkoppling, motion och social gemenskap (Björkman, 2012). Rekreativsvärdet märks i att trädgårdsarbete näst efter promenader är den vanligaste utomhusaktiviteten i Sverige (Björkman, 2012). Social gemenskap genom trädgårdsodling märks framför allt i utvecklingen av stadsodling och odlingsnätverk i olika delar av landet. Några exempel är *Odla i Lund* som har en odling på Brunnsnäs i Lund (Lunds kommun, 2015), och *Odla i Stan*, som finns på Seved i Malmö (Odla i stan, 2014).

1.1 Bakgrund

Frukt och grönsaker är det vi importerar mest av till Sverige idag (Marmolin, 2010). Nästan 20 procent av Sveriges totala import av livsmedel och jordbruksprodukter består av frukt och grönsaker. Dock finns det inom fritidsodlingen en stor potential för att öka livsmedelsproduktionen enligt en rapport från FOR (Björkman, 2012). Enligt en undersökning som genomfördes 2011 skulle fritidsodlingen årligen kunna producera ca 700 000 ton frukt, bär och grönsaker, beroende på skördeutfall. Att ha tillgång till mark är enligt FOR:s rapport den viktigaste förutsättningen för att kunna odla (Björkman, 2012). I Sverige minskar andelen brukad jordbruksmark årligen (Edman, Larsson och Lindeberg, 2013). Åker- och betesmarker som läggs ned och växer igen i södra Sveriges skogsbygder och Norrland utgör den största minskningen. I framförallt södra Skåne tar infrastruktur och bebyggelse betydande delar av den bördiga jordbruksmarken i anspråk. Markpackning och bortförsl av matjord i samband med exploatering gör en framtida återställning av marken för odling näst intill omöjlig (Edman et al., 2013). Detta tydliggör att det är viktigt att effektivt utnyttja den mark som finns tillgänglig för odling så att den kan ge skörd under en längre tid. Intensiv odling medför dock risk för ett överutnyttjande som kan gå ut över markens bördighet. I en rapport från SCB, Jordbruksverket, Naturvårdsverket och LRF (2012) definieras åkermarkens bördighet som *dess kapacitet att uthålligt och på lång sikt åstadkomma växtbiomassa av*

god kvalitet. Odling av grönsaker ställer stora krav på marken och enligt Båth, Stintzing och Ögren (1999) kräver grönsaker mer växtnäring än flera andra grödor. Nästan dubbelt så mycket kväve bortförs vid odling av grönsaker jämfört med vid spannmålsodling, och kaliumbortförseln är två till fem gånger så stor för grönsaker som för spannmål. Granstedt (2003) instämmer i att odling av grönsaker och rotfrukter ställer särskilt höga krav på markbördigheten.

Säsongsbegreppet och att kunna förlänga säsongen

Den tid på året då medeltemperaturen över ett dygn överstiger ett specifikt värde definieras av SMHI som växternas vegetationsperiod (SMHI, 2014). Klimatet är då både fukt- och temperaturmässigt lämpligt för tillväxt. Beroende på växtslag kan minimumtemperaturen variera från +3 °C och +5 °C. Värdet +5 °C används av SMHI vid generella mätningar av vegetationsperiodens längd. På ett fåtal platser kan växterna växa året om, men ju nordligare läge desto kortare är vegetationsperioden. För Sverige är denna cirka sju månader i söder och ungefär fyra månader i norr (SMHI, 2014). För att kunna skörda under en större del av året kan det vara av intresse för odlare att försöka förlänga vegetationsperioden. Metoder som kan användas för att få en tidigare start och en senare avslutning på odlingssäsongen kommer att behandlas i denna uppsats. Sveriges klimat håller dock på att förändras (Bergström-Nilsson, 2010). Genomsnittstemperaturen är enligt Bergström-Nilsson (2010) på väg uppåt, och förväntas ha ökat ytterligare år 2040. Vidare menar Bergström-Nilsson i en rapport från klimatstrategiprojektet *Gradvis* att värmeböljorna kommer att bli fler och snösäsongen kortare. Detta medför att de kulturåtgärder för att förlänga säsongen som presenteras i denna uppsats är föränderliga sett över tiden.

1.2 Frågeställning

- Vilka metoder kan användas i syfte att starta säsongen tidigare och avsluta senare vid grönsaksodling?
- Hur möjliggörs skörd under en större del av året, samtidigt som markens bördighet bibehålls?

1.3 Syfte och mål

Syftet med denna uppsats är att undersöka metoder för att uppnå en längre odlingssäsong samtidigt som marken behåller sin bördighet. Målet är att presentera ett faktaunderlag som vänder sig till den som vill odla grönsaker med förlängd säsong. Åtta vanliga grönsaksfamiljer behandlas med fokus på de egenskaper som har betydelse för när under året de kan etableras och skördas och hur de kan passas in i en växtföljd. Växtslagsspecifika egenskaper som groningenstemperatur, strukturlåverkan och förfruktsvärde behandlas.

2. Metod

2.1. Metod

Sökningar i Malmö Stadsbiblioteks-, Lunds Stadsbiblioteks- och SLU Alnarps digitala bibliotekskataloger har gjorts för att finna äldre litteratur om odling, som i många fall är lika relevant idag. En omfattande litteratursökning har gjorts via sökmotorerna *Google Scholar* och *Primo* för att hitta dels äldre, men framförallt nyare forskningslitteratur i ämnet. Sökord har varit både svenska och engelska. Några exempel på sökord som använts är: *markbördighet*, *groningstemperatur*, *winterharvest* och *extended season*. När det gäller uppgifter kring markbiologi och markkemi har kurslitteratur i ämnet tagits till hjälp för att beskriva väldokumenterade processer i marken. Exempel på sådan litteratur som använts är *Växtodling 1: Marken* (Ledin, 1990) och *Växtodlingens grunder* (Weidow, 1998). I resultatdelen har facklitteratur inom odlingsområdet konsulterats. Denna litteratur har valts när författarna kan anses ha god och för ändamålet relevant erfarenhet om grönsaksodling. Dessa författare presenteras här kort:

Eliot Coleman driver *Four Season Farm* i Maine, USA och har specialiserat sig på att odla grönsaker till försäljning under så stor del av året som möjligt. Då klimatet enligt Coleman (2009) i Maine liknar det i södra Sverige utgör hans erfarenheter ett värdefullt inslag i den här uppsatsen.

Johnny Andreasson har odlat fröer ekologiskt i många år, och säljer fröer genom sitt företag Runåbergs fröer (Andreasson, 2013). Andreassons gedigna erfarenhet av och kunskap om ekologisk fröodling gör hans bok *Runåbergs Fröer* (2013) till relevant litteratur för detta arbete.

Lena Israelsson har mångårig erfarenhet av att odla köksväxter, och har i egenskap av journalist och författare skrivit flera böcker och artiklar i ämnet (Israelsson, 2011). Hennes bok *Handbok för köksträdgården* erbjuder allmängiltig och erfarenhetsbaserad information om köksväxtodling. Detta utgör ett komplement till den vedertagna forskning som presenteras i föreliggande uppsats.

För att ha en utgångspunkt vid beskrivningar av metoder för att förlänga odlingssäsongen och bibehålla markbördigheten har åtta växtfamiljer valts ut. De utvalda familjerna är samtliga vanliga både i professionell odling och fritidsodling. Inom dessa åtta familjer hittar vi många av våra vanligaste grönsaker och livsmedel. Artnamn som används följer Svensk Kulturväxtdatabas rekommendationer för namnsättning (SKUD, 2015a). Ett undantag har gjorts för familjen Alliaceae, som numera benämns *backlöksväxter* i svenskan. Då namnet *lökväxter* fortfarande är mera allmänt vedertaget kommer detta att användas här. Första gången en grönsaksart nämns står det latinska namnet i parentes. Därefter används oftast endast artens svenska namn med undantag från i tabeller och där det kan anses påkallat. När det gäller groningstemperaturer, utvecklingstider och skördetidpunkter för arterna som behandlas här har i tillägg till facklitteraturen också frökataloger konsulterats. Lindbloms Frö (2014) och Olssons Frö (2014) är kataloger som bedömts innehålla relevant och pålitlig information, då de vänder sig till yrkesodlare.

2.2 Avgränsning

Här redovisas inte kulturspecifik odlingsinformation som exempelvis rör gödsling, specifika växtskyddsproblem och skadegörare eller bevattning. Odling i uppvärmda växthus ingår inte heller.

3. Resultat

Uppsatsens resultatdel inleds med en beskrivning av marken, och de egenskaper i marken som är av betydelse vid odling. Därefter behandlas begreppet markbördighet och hur odlaren kan gå tillväga för att bevara den. Efter avsnittet om bördighet presenteras åtta vanliga växtfamiljer utifrån de egenskaper som är relevanta för uppsatsens syfte (förlängd odlingssäsong med bibehållen markbördighet). I avsnittet därefter redovisas ett praktiskt exempel på hur en växtföljd kan se ut. Den sista delen i resultatet behandlar odlingssäsongen och de faktorer som påverkar dess längd. Här beskrivs också metoder som kan tillämpas för att förlänga den.

3.1 Marken

Idag är det inte självklart att all odling sker i mark och på friland. Dock är själva marken en förutsättning för den odling som beskrivs här. Därför utgör en beskrivning av marken inledningen på resultatdelen.

3.1.1 Markens struktur

En förutsättning för miljövänlig och uthållig odling är att marken i vilken odlingen sker har god struktur och goda fysikaliska egenskaper (Johansson, 2003). Porer och hålrum tillsammans med lagom markfukt och marktemperatur bidrar till att mikro- och makrolivet frodas (Weidow, 1998). Några av markens grundläggande element beskrivs nedan i syfte att skapa en närmare förståelse för de egenskaper som har betydelse vid odling.

Marken har enligt Weidow (1998) fyra beståndsdelar; mineralpartiklar, mullsubstans, markvätska och markluft. Det optimala för växterna är om marken består till hälften av fast material (mineral- och mullämnen), och till hälften av vatten- och lufthållande porer (Weidow, 1998). Strukturen i marken delas in *enkelkornsstruktur* respektive *aggregatstruktur* (Ledin, 1990). Jordens mineralkorn delas in i grupper beroende på storlek, och den dominerande kornstorleken ger namn åt jordarten. År 1908 utformade Atterberg en skala som anger diametern på kornpartiklarna (Eriksson, Dahlin, Nilsson och Simonsson, 2011). Klassificeringen görs enligt antagandet att kornen är sfäriska, och det är deras diameter som anges. Atterbergs skala används fortfarande i många sammanhang, men numera finns det ytterligare en skala fastställd av SGF (Sveriges geotekniska förenings laboratoriekommité). I tabell 1 nedan visas de olika skalorna sida vid sida. I tabellen har de poster som skiljer sig åt mellan Atterbergs respektive SGF:s skala markerats i blått, medan de vita fälten visar poster där de båda skalorna stämmer överens med varandra.

Tabell 1. Kornstorlekar och deras beteckning enligt Atterberg respektive SGF

Beteckning enligt Atterberg	Kornstorlek (mm)	Beteckning enligt SGF
Ler	> 0,002	Ler
Finmjäla	0,002 – 0,006	Finsilt
Grovmjäla	0,006 – 0,02	Mellansilt
Finmo	0,02 – 0,06	Grovsilt
Grovmo	0,06 – 0,2	Finsand
Mellansand	0,2 – 0,6	Mellansand
Grovsand	0,6 – 2	Grovsand
Fingrus	2 – 6	Fingrus
Grovgrus	6 – 20	Mellangrus
Sten	20 – 60	Grovgrus
Sten	60 – 200	Mellansten
Block	200 – 600	Grovsten
Block	600 – 2000	Block
Block	> 2000	Grovblock

Uppgifterna i tabellen är hämtade ur Eriksson et al. (2011)

Blåmarkerade fält anger poster där de två skalorna skiljer sig åt.

SGF = Sveriges geotekniska förenings laboratoriekommité

I tabell 1 kan utläsas att skillnaderna mellan skalorna framför allt består i att beteckningen *mo* försvunnit i SGF:s skala. Istället förs grovmon till sand, och finmon förs till mjälan och kallas istället för silt, vilket är en mera internationell benämning. Gränsen mellan block och sten har också förändrats, enligt Atterberg räknas kornstorlekar över 200 mm till block, medan gränsen i SGF:s skala går vid 600 mm. Atterbergs system är enligt Eriksson et al. (2011) fortfarande vanligt förekommande inom trädgårds- och jordbrukssektorn, och kommer därför genomgående att användas här. Ovanstående tabell visar indelningen av kornstorlekar, en jordarts textur bestäms sedan genom att mängden partiklar av de olika storlekarna mäts. En naturlig jordart består vanligtvis av ett antal olika kornstorlekar, som skänker jorden olika egenskaper (Eriksson et al., 2011).

Klassificering av jordarter

De två huvudgrupperna av jordarter är organogena jordarter respektive mineraljordarter (Eriksson et al., 2011). Organogena jordar är exempelvis torv och gyttjejordarter, medan mineraljordarna delas in i sorterade och osorterade jordar. Osorterade jordar innehåller korngupper av flera storlekar, medan de sorterade jordarna har ett mera enhetligt innehåll. Hur en jord är sammansatt har betydelse för vilka egenskaper den besitter, och hur lämplig den är för grönsaksodling. Jordarternas egenskaper kommer att beskrivas närmare nedan. En viktig klassificeringsparameter i mineraljordar är lerhalten, vilken bestäms av hur stor andel lerpartiklar som finns i en jord (Eriksson et al., 2011). Korngruppen *ler* och jordarten *lera* bör inte förväxlas; Partiklar med en diameter mindre än 0,002 mm kallas lerpartiklar, vilket syns i tabell 1 ovan, och lera kallas en jord som innehåller mer än 15 % av korngruppen *ler* (Eriksson et al., 2011). Lerhalt och hur den används för att bestämma jordart i sorterade respektive osorterade mineraljordar redovisas i tabell 2 nedan.

Tabell 2. Lerhalt och jordartsbenämning för sorterade respektive osorterade mineraljordar

Sorterade jordar		Osorterade jordar (moräner)	
Lerhalt %	Jordartsbenämning	Lerhalt %	Jordartsbenämning
< 5	Lerfri – svagt lerig jord	< 5	Svagt lerig moränjord
5 – 15	Lerig jord	5 – 15	Lerig moränjord
15 – 25	Lättlera	15 – 25	Moränlättlera
25 – 40	Mellanlera	25 – 40	Moränmellanlera
40 – 60	Styv lera	> 40	Styv moränlera
> 60	Mycket styv lera	-	-

Uppgifterna i tabellen är hämtade ur Eriksson et al. (2011)

Tabell 2 visar hur en jordart får namn beroende på hur stor andel lerpartiklar som ingår i den. Bland de sorterade jordarna anses en jord med mindre än 5 % ler vara lerfri till svagt lerig, medan en jord med över 60 % lerpartiklar räknas till de mycket styva lerorna. Tabell 2 visar också hur de osorterade moränjordarnas jordartsbenämningar följer de sorterade jordarnas, med tillägget *morän* framför. Där en sorterad jord med ett lerinnehåll på 5 – 15 % benämns som *lerig jord* får exempelvis den osorterade jorden med samma lerhalt namnet *lerig moränjord*.

Lerjordar

Som tabell 2 visar innehåller leror och styva leror 15 – 60 % ler, dvs. partiklar med en kornstorlek på mindre än 0,002 mm. Lerjordar bildar aggregat genom att lerpartiklarna attraheras till varandra och jorden får en aggregatstruktur (Ledin, 1990). Strukturen påverkas av att jordarna vid upptorkning spricker både vertikalt och horisontellt. En våt lerjord påverkas negativt av markpackning med tunga maskiner, då markens luftfyllda porer blir förstörda (Ledin, 1990). De stabilaste aggregaten bildas enligt Weidow (1998) i styva mullrika leror (40 – 60 % ler) med stort kalkinnehåll. Aggregat som är stabila i vått tillstånd är enligt Tisdall och Oades (1982) karaktäristiskt för en god odlingsjord. Dessa aggregat bör vidare vara porösa och innehålla dels lufthållande porer med en diameter större än 75 µm, och dels vattenhållande porer med en storlek på 30 - 0,2 µm. Mellan aggregaten ska det finnas porer av tillräcklig storlek för att dränering och infiltration ska kunna ske snabbt (Tisdall och Oades, 1982). Aggregaten delas in i mikro- och makroaggregat (Ashman och Puri, 2002). Flera krafter verkar för att hålla samman dessa. Tisdall och Oades (1982) definierar tre grupper av bindningar i marken, *övergående*, *tillfälliga* och *permanent*. Övergående bindningar utgörs av polysackarider som hastigt bryts ned av mikroorganismer. Tillfälliga bindningar utgörs av växtrötter och *hyfer* (ungefär; svamprötter), vilka fungerar som viktiga bindningsagenter för makroaggregatens vattenstabilitet. Om det organiska materialet i form av rotsystem och hyfer bryts ned utan att mer organiskt material tillkommer minskar därför antalet stabila makroaggregat. Andelen makroaggregat som finns i jorden är knutet till hur marken brukas, de minskar då marken skördats eller ligger i träda, medan de ökar i betesmark. Permanenta bindningar består av flervärda metalljoner och rotexudat. De håller samman mikroaggregaten i jorden, och deras förekomst styrs mer av jordmån än av markanvändning (Tisdall och Oades, 1982).

Grus, sand och grovmo

Jordarterna grus (kornstorlek 2-20 mm), sand (kornstorlek 0,6-2 mm) och grovmo (kornstorlek 0,06- 0,2 mm), se tabell 1, har en enkelkornsstruktur och är porösa (Ledin,

1990). Välsorterade jordar innehåller porer av liknande storlekar, medan osorterade jordar har porer av många olika storlekar. Mjåla och finmo räknas oftast till enkelkornstrukturen, men jordpartiklarna är små (0,002 – 0,6 mm), se tabell 1, och de binds därför lättare samman med hjälp av organiskt material till aggregat. Mullhalten är därför viktig i dessa jordar om de ska vara lämpliga för växtodling (Ledin, 1990).

3.1.2 Jordens värmeledningsförmåga

Värme leds dåligt i luft men bra i vatten (Ledin, 1990). Hur stor förmåga marken har att lagra värme är kopplat till dess vattenhållande förmåga. I torra och sandiga jordar består den dominerande kornstorleken av partiklar med en storlek på 0,2 - 2 mm (se tabell 1). I dessa är kontaktpunkterna där värmeledningen kan ske små (Ledin, 1990). De räknas till de varma jordarna då de värms upp långsamt på djupet, men snabbt på ytan. Finmo- och mjålajordar, med en dominerande kornstorlek på 0,002- 0,06 mm (se tabell 1) har grövre porer och innehåller mycket kapillärt bundet vatten (Ledin, 1990). De har en bra värmeledande förmåga som gör att ytjorden blir svalare och uppvärmningen går långsammare. De räknas därför till de kalla jordarna (Ledin, 1990). Lerjordar är som tidigare nämnts de jordar som innehåller över 15 % ler, se tabell 2, där ler avser en kornstorlek på mindre än 0,002 mm, se tabell 1. Då vatten binds både på partikelytorna och i kapillärer och finare sprickor har dessa jordar en god vattenhållande förmåga (Eriksson et al., 2011). Detta gör dem till kalla jordar.

3.1.3 Organiskt material och livet i marken

Det biologiska livet i marken består av många organismer i olika storlekar som exempelvis insekter, daggmaskar och larver - *makrofauna*, ringmaskar och kvalster – *mesofauna*, och djur mindre än 0,1 mm som hör till jordens *mikrofauna* (Ledin, 1990). I marken finns också enligt Ledin (1990) en flora bestående av svampar, alger och bakterier. Humus kallas det som bildas när växtmaterial och rester av döda djur brutits ned av mikroorganismer (Båth, Stintzing och Ögren, 1999).

Mull

Humus delas upp i olika kategorier, varav mull enligt Båth et al. (1999) är särskilt viktigt i odlingssammanhang. Mullhalt brukar syfta på jordens innehåll av organiskt material, en annan och mera exakt benämning är kolhalt (Båth et al., 1999). Enligt Reeves (1997) är andelen organiskt material i marken den viktigaste komponenten för om en jord kan anses långsiktigt produktiv. Vidare menar Reeves (1997) att det organiska innehållet i jorden påverkar markens fysiska och biologiska egenskaper såväl som de kemiska processerna. Långliggande odlingsförsök bekräftar ständigt fördelarna med att tillföra kol till jorden genom odlingsåtgärder som växelbruk, och att tillföra gödselmedel i rätt mängd för grödan (Reeves, 1997). Små ler- och humuspartiklar i jorden (mindre än två tiotusendels mm) kallas för kolloider (Weidow, 1998). De är viktiga för de kemiska processerna i marken genom att de är elektriskt laddade, har stor yta och hygroskopiska egenskaper. Näring tas enligt Hammar och Jansson (1990) upp av växterna i form av positivt laddade katjoner eller negativt laddade anjoner. I utbyte lämnar de ifrån sig joner med samma laddning till marklösningen.

CEC, katjonbyteskapacitet

Jordens förmåga att buffra och släppa ifrån sig näringsämnen i form av katjoner kallas katjonbyteskapacitet och förkortas CEC, *Cation Exchange Capacity* (Ashman och Puri, 2002). Jordar med ett högt innehåll av lerpartiklar (mindre än 0,002 mm) och organiskt material har

en högre katjonbyteskapacitet än sandigare jordar med mindre andel organiskt material och färre lerpartiklar. För många näringsämnenas tillgänglighet för växterna är pH-värdet i marken en viktig faktor. Optimalt pH för att de flesta näringsämnena ska kunna tas upp är omkring 6,5-7, men detta varierar beroende på näringsämnet (Ashman och Puri, 2002).

C/N kvot, förhållandet mellan kol och kväve

Kväve tas upp av växter sedan det omvandlats av mikroorganismer till ammonium och nitrat (Hansson, 2004). Hur fort mineraliseringen av ett material kan ske avgörs av materialets energiinnehåll i form av kolföreningar och proteininnehåll i form av kväve. Förhållandet mellan kol (C) och kväve (N) benämns kol-kvävekvot, eller C/N-kvot. Kväve är den begränsande faktorn, om det finns mycket kol i förhållande till kväve i materialet går mineraliseringen långsamt. Vid en C/N kvot som understiger 15 finns det mycket kväve i förhållande till kol och mineraliseringen går fortare. Mineraliseringshastigheten avgörs av flera faktorer som markstruktur, pH-värde, syretillgång, temperatur och vattenbalans (Hansson, 2004).

Mykorrhiza

Växtrötter och svamphyfer kan utveckla ett samspel, *mykorrhiza*, som innebär att svamphyferna förser växterna med vissa mineralnäringsämnen, framför allt fosfor (Kling, 1998). Växterna levererar i sin tur kolhydrater till svamparna. Detta förhållande är särskilt gynnsamt för växter med svagt utvecklade rotsystem, som exempelvis lök, purjolök och morot (Båth et al., 1999). Mykorrhiza kan också motverka rotsjukdomar förorsakade av nematoder och svampar (Caspersen, 1999). Många grönsaksväxter bildar så kallad arbuskulär mykorrhiza tillsammans med en svamp i divisionen Zygomycota som sporulerar i jorden. Betor, spenat och kålväxter bildar dock inte denna mykorrhiza, och odling av dessa grödor minskar mykorrhizasvamparna i jorden. Detta på grund av att när det gäller exempelvis kålväxter, gror svamparna i marken men dör ut då de inte hittar någon näring (Kling, 1998). Vilka grödor som behöver mykorrhiza för att utvecklas väl (exempelvis kepalök) är bra att veta vid planering av en växtföljd. Mer om detta beskrivs i avsnittet om bördighet. Mykorrhiza kan också reduceras av andra faktorer som bekämpningsmedel, framförallt fungicider, samt plöjning, då detta stör svamphyferna i marken. Mykorrhizabildningen kan även hämmas om marken har ett högt fosforinnehåll (Caspersen, 1999).

3.2 Bördighet

Jordens bördighet styrs enligt Abawi och Widmer (2000) av biologiska, kemiska och fysikaliska egenskaper. En frisk jord innehåller en rik flora av goda mikroorganismer vars främsta uppgifter består i att bryta ned organiskt material, mineralisera näringsämnena, fixera kväve och skydda växternas rötter. En del mikroorganismer är skadliga för växterna, och förekomst av dessa jordburna patogener kan ses som ett mått på hur frisk en jord är. De kulturåtgärder som praktiseras vid växtodling påverkar markens population av jordburna patogener, antingen direkt eller indirekt, och därmed påverkas också jordens produktivitet och kvalitet. Abawi och Widmer (2000) menar vidare att odling av grönsaker och andra livsmedelsgrödor ofta medför en uppförökning av ett flertal jordburna patogener som behöver hållas under kontroll.

3.2.1 Att bibehålla markens bördighet

Bördigheten i marken kan påverkas i negativ riktning av flera faktorer. Enligt Abawi och Widmer (2000) kan dålig dränering, låg andel organiskt material samt markpackning resultera i markförhållanden där jordburna patogener kan ställa till mer skada. Det är därför viktigt att de kulturåtgärder som sätts in vid odling begränsar och förebygger skador samtidigt som de bidrar till upprätthållandet av en långsiktigt frisk jord (Abawi och Widmer, 2000). Jordburna patogener kan också uppföras om samma växtfamilj odlas på en plats under lång tid (Ögren, 1992). För att bibehålla markbördigheten kan enligt Granstedt (2003) flera metoder tillämpas. Några metoder Granstedt (2003) nämner innefattar skonsam jordbearbetning, ett genomtänkt val av grödor och växtföljd, odling av vall mellan grödorna, tillförsel av mull, kalk och stallgödsel, samt att inte lämna jorden bar. Ögren (1992) menar att en grundläggande metod för att bibehålla markbördigheten i ett ekologiskt odlingssystem är att rotera grödor i en växtföljd. Växtföljd beskrivs närmare nedan.

3.2.2 Växtföljd

Försök har visat att många växter missgynnas av ensidig odling (Båth et al., 1999). Att rotera grödorna i en växtföljd ger bättre skördar, vilket till viss del beror på minskat tryck av skadegörare, minskat ogrästryck och ett ökat kväveförråd i marken. Enligt Rölin (2003) är växtföljden en förutsättning för att uppnå ett gott odlingsresultat. Rölin menar också att växtföljdens utseende bör anpassas efter vilka grödor som ska odlas och platsens förutsättningar (Rölin, 2003). Det är ännu viktigare att tillämpa en god växtföljd om reducerad jordbearbetning praktiseras, än i konventionella jordbearbetningssystem (Reeves, 1997). Reducerad jordbearbetning har bara praktiserats i några decennier och studier av denna metods effekter har enligt Reeves (1997) övervägande utförts i utvecklade länder i tempererat klimat. Reeves redogör för långliggande försök som har visat att reducerad jordbearbetning kombinerat med intensiv odling kan upprätthålla eller till och med öka jordens kolinnehåll (Reeves, 1997).

Faktorer att väga in vid planeringen av en växtföljd är enligt Adelsköld (1991) de odlade grödornas förfruktsvärde, ogräskonkurrens och näringsbehov. Den gröda som odlas före huvudgrödan kallas förfrukt, och effekten av den näring förfrukten efterlämnar benämns förfruktsvärde (Jordbruksverket, 2014). Dock har även förfruktens effekt på markstrukturen betydelse för efterkommande gröda (Båth et al., 1999). En grödas förfruktsvärde bestäms i relation till efterföljande gröda, och vilka preferenser den efterföljande grödan har (Båth et al., 1999; Ögren, 1992). Några kriterier för en god förfrukt är dock mer generella (Båth et al., 1999). Dessa värden bestäms av hur mycket skörderester som lämnas kvar, samt hur stort och djupt rotsystem grödan har (Ögren, 1992; Rölin, 2003). Olika grönsaksarter har olika rotdjup, vilket spelar in i hur de passar in i växtföljden genom rötternas påverkan på markstrukturen (Båth et al., 1999). Ju större rotmassa, desto mera skörderester lämnas kvar i form av rötter som återför organiskt material till jorden. Arter med stor rotmassa och djupa rötter anses enligt Ögren (1992) vara goda förfrukter. Detta eftersom en stor rotmassa inverkar positivt på jordstrukturen då rötterna luckrar jorden och samspelar med mikrolivet (Ögren, 1992). Rötternas betydelse för kolförrådet i marken exemplifieras av ett långliggande försök som startades på Ultuna 1956 (Kätterer et al., 2011). Syftet var att kvantifiera effekterna av sex ekologiska jordförbättringar och kvävegödselmedel på grödan och marken. Kolförrådet i matjorden undersöktes och Kätterer et al. (2011) kunde dra slutsatsen att organiskt kol från grödornas rotsystem bidrog till stabila kolförråd i högre grad än från samma mängd ovanjordiskt plantmaterial (Kätterer et al., 2011).

I detta avsnitt kommer information som är relevant vid växtföljdsplanering att presenteras. Detta sker i form av tre tabeller som visar information om några grönsaksarter; Tabell 3 visar maximalt rotdjup och maximal uppmätt bredd på rotsystem. Tabell 4 visar användbara delar som förs bort och skörderester. Tabell 5 presenterar förfruktsvärde, vilket bestämts av Ögren (1992) och baseras på uppgifterna ur tabell 4 och 5. Då rotdjup och bredden av ett rotsystem ger en indikation på hur stor rotmassa en gröda har, och därmed säger något om kvarlämnade skörderester redovisas denna tabell först:

Tabell 3. Maximalt uppmätt rotdjup samt maximal bredd av rotsystem i sandjord

Art	Familj	Maximalt rotdjup i sandjord	Maximal bredd på rotsystem
Purjolök (<i>Allium porrum</i>)	Lökväxter (Alliaceae)	32-50 cm	52 - 60 cm
Sallat (<i>Lactuca sativa</i>)	Korgblommiga (Asteraceae)	53-70 cm	20 - 37 cm
Gurka (<i>Cucumis sativus</i>)	Gurkväxter (Cucurbitaceae)	56 cm	97 cm
Morot (<i>Daucus carota</i>)	Flockblommiga (Apiaceae)	61 cm	5 cm
Potatis (<i>Solanum tuberosum</i>)	Potatisväxter (Solanaceae)	63 cm	56 cm
Brysselkål (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>)	Kålväxter (Brassicaceae)	73 cm	56 cm
Blomkål (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>)	Kålväxter (Brassicaceae)	82 cm	61 cm
Grönkål (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabellica</i>)	Kålväxter (Brassicaceae)	83cm	52 cm
Ärt (<i>Pisum sativum</i>)	Ärtväxter (Fabaceae)	86 cm	30 cm

Uppgifterna om maximalt rotdjup och bredd av rotsystem i sandjord är hämtade ur Båth et al. (1999)

Tabell 3 visar maximalt uppmätt rotdjup samt maximal bredd av rotsystem i sandjord för några grönsaksarter. Då rötter i en sandjord stöter på mekaniskt motstånd är det rimligt att anta att rotutbredningen kan se annorlunda ut i andra jordarter (Båth et al., 1999). I tabellen kan det utläsas att purjolök har grundast rötter, endast 32 – 50 cm, däremot har den det bredaste rotsystemet näst efter gurkans. Denna uppgift är relevant för purjolöken värde som förfrukt, då rotsystemets storlek säger något om hur markens struktur påverkas. Strukturpåverkan av purjolök behandlas närmare i avsnittet lökväxter under rubrik 3.3.6. I tabell 3 har ärtens med sina 86 cm djupa rötter det högst uppmätta rotdjupet bland de undersökta grödorna. Detta har betydelse för ärtväxternas (familjen ärtväxter, Fabaceae) förmåga att kunna plocka upp näring som ligger djupare i marken, och är ett av skälen till att ärtväxter ofta används som grüngödslingsgröda. Ett annat skäl till denna användning är ärtväxtfamiljens kvävefixerande egenskap, vilken behandlas närmare i avsnittet om ärtväxter under rubrik 3.3.8. Som nämnts ovan är hur mycket skörderester en gröda lämnar efter sig relevant för vilket förfruktsvärde den kan anses ha. Mängden skörderester hänger till viss del ihop med rotmassans storlek, och i tabell 4 nedan visas mängd användbara delar och skörderester för några arter.

Tabell 4. Användbara delar och skörderester för några grönsakskulturer

Familj	Kultur	Användbara delar ton/ha	Skörderester ton/ha
Amarantväxter (Amaranthaceae)	Rödbeta (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>)	30	15
	Spenat (<i>Spinacia oleracea</i>)	15	5
Flockblommiga (Apiaceae)	Morot (<i>Daucus carota</i>)	40	20
	Selleri (<i>Apium graveolens</i>)	20	20
Gurkväxter (Cucurbitaceae)	Gurka (<i>Cucumis sativus</i>)	20	15
Gräs (Poaceae)	Korn (<i>Hordeum vulgare</i>)	3	4
Korgblommiga (Asteraceae)	Sallat (<i>Lactuca sativa</i>)	20	5
Kålväxter (Brassicaceae)	Blomkål (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>)	20	30
	Grönkål (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabellica</i>)	30	10
	Kålrot (<i>Brassica napus</i> var. <i>napobrassica</i>)	50	20
	Vitkål (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i>)	50	40
Lökväxter (Alliaceae)	Lök (<i>Allium cepa</i>)	30	10
	Purjolök (<i>Allium porrum</i>)	25	10
Potatisväxter (Solanaceae)	Potatis (<i>Solanum tuberosum</i>)	30	20
Ärtväxter (Fabaceae)	Bönor (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	15	20
	Konservärt (<i>Pisum sativum</i>)	40	40

Uppgifterna i tabellen är hämtade ur Balvoll, 1969 se Ögren, 1992

Tabell 4 visar att konservärt lämnar kvar lika mycket skörderester som förs bort i användbara delar, 40 ton/ha. Blomkål lämnar istället kvar mer i fältet, 30 ton/ha, än vad som förs bort vid skörden, 20 ton/ha. Att känna till hur mycket skörderester som blir kvar i fält är användbart ur växtnäringssynpunkt. En gröda som lämnar mycket skörderester kan exempelvis vara gynnsam att odla före en näringskrävande gröda.

Baserat på de uppgifter om rottdjup (tabell 3) och mängd kvarlämnade skörderester (tabell 4) som redovisats i tabellerna ovan har Ögren (1992) rangordnat några grönsaksarters förfruktvärde. Resultatet av denna indelning kan utläsas i tabell 5 nedan.

Tabell 5. Förfruktsvärde för några arter ur grönsaksfamiljerna

Här har några arter delats in av Ögren (1992) efter hur bra förfruktsvärde de anses ha. Kategorierna är följande: *Dåligt*, *Medel*, *Bra*, *Mycket bra* och *Bäst*.

Familj	Art	Förfruktsvärde
Amarantväxter (Amaranthaceae)	Rödbeta (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>)	Dåligt
Flockblommiga (Apiaceae)	Dill (<i>Anethum graveolens</i>)	Dåligt
	Morot (<i>Daucus carota</i>)	Medel
	Rotpersilja (<i>Petroselinum crispum</i> ssp. <i>tuberosum</i>)	Dåligt
	Selleri (<i>Apium graveolens</i>)	Mycket bra
Gurkväxter (Cucurbitaceae)	Frilandsgurka (<i>Cucumis sativum</i>)	Medel
Korgblommiga (Asteraceae)	Sallat (<i>Lactuca sativa</i>)	Dåligt
Kålväxter (Brassicaceae)	Blomkål (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>)	Bra
	Broccoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>)	Bra
	Grönkål (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabellica</i>)	Medel
	Kålrot (<i>Brassica napus</i> var. <i>napobrassica</i>)	Medel
	Vitkål (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i>)	Bra
Lökväxter (Alliaceae)	Purjolök (<i>Allium porrum</i>)	Mycket bra
	Lök (<i>Allium cepa</i>)	Medel
Ärtväxter (Fabaceae)	Bönor (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Medel
	Trädgårdsärter (<i>Pisum sativum</i>)	Medel
Ärtväxter (Fabaceae) och Gräs (Poaceae)	Gröngödslingsgrödor, vall	Bäst

Uppgifterna i tabellen är hämtade ur Ögren (1992)

Samtliga växtfamiljer som behandlas i denna uppsats under rubriken Växtfamiljer, 3.3, är med i tabell 5 ovan, bortsett från familjen potatisväxter (Solanaceae). Tabell 5 visar också gröngödslingsgrödor och vall. I tabellen har gröngödslingsgrödor och vall hamnat i förfruktskategorin *Bäst*, tack vare sin kvävefixering och sina strukturförbättrande egenskaper. Gröngödslingsgrödor och vall beskrivs utförligare i avsnitt 3.2.3 nedan.

3.2.3 Gröngödsling

Gröngödslingsgrödor är ett samlingsnamn på arter som odlas i syfte att tillgängliggöra växtnäring i marken för övriga grödor i en växtföljd (Ögren, 2003). Dessa arter kan vara både en- eller två hjärtbladiga och hittas enligt Wetterlind et al. (2005) oftast inom gräsväxtfamiljen (Poaceae) och ärtväxtfamiljen (Fabaceae). Vallväxter kallas arter som ofta odlas i foder- och energiändamål (Granström, 2015). Även dessa utgörs av arter ur ärtväxtfamiljen och gräsfamiljen. Arter som används i gröngödslingssyfte är i familjen ärtväxter exempelvis perserklöver (*Trifolium resupinatum*), blodklöver (*Trifolium incarnatum*), fodervicker (*Vicia sativa*), åkerböna (*Vicia faba* var. *minuta*) och blålusern (*Medicago sativa*) (Wetterlind et al., 2005). Arter ur gräsfamiljen som används för gröngödsling är exempelvis rajgräs (*Lolium ssp.*) och timotej (*Phleum pratense*).

Gröngödslingsgrödor kan odlas under hela eller en del av året och de används för olika syften. Genom sina olika egenskaper används de som botten-, mellan- eller fånggrödor (Wetterlind et al., 2005). En bottengröda sås in mellan raderna av huvudgrödan. Bottengrödan konkurrerar med ogräs samtidigt som den minskar utlakning av kväve i avsalugrödan, om det samlats mycket nitrat i jorden. Ytterligare en egenskap hos bottengrödan är att den kan förvirra och leda bort växtskadegörare från avsalugrödan. Exempel på bottengrödor är lusernarter (*Medicago ssp.*) och grävklöver (*Trifolium subterraneum*), båda tillhör familjen ärtväxter. En mellangröda odlas mellan två avsalugrödor och får växa vidare efter skörd tills nästa gröda planteras. På så sätt fungerar den även som fånggröda. Fånggrödor odlas för att hämta upp den växtnäring som frigjorts efter skörd av huvudgrödan. Som fånggröda är det enligt Ögren (2003) lämpligast att välja en tvåhjärtbladig art, då de har snabbare rotutveckling och djupare rötter än enhjärtbladiga växter. För detta ändamål kan exempelvis oljerättika (*Raphanus sativus* ssp. *oleiferus*), senap (*Sinapsis alba*) eller honungsört (*Phacelia tanacetifolia*) användas. Oljerättika och senap tillhör familjen kålväxter, medan honungsört tillhör familjen strävbladiga (Boraginaceae). Exempel på enhjärtbladiga grödor som kan användas som fånggrödor är rajgräs (*Lolium ssp.*) och råg (*Secale cereale*).

Näringen från gröngödslingsgrödor blir enligt Ögren (2003) tillgänglig för andra grödor på två sätt. Dels hämtas näring upp till matjordslagret via gröngödslingsgrödans djupa rötter och dels plockar ärtväxterna bland de gröngödslande växterna kväve från luften. Genom nedbrutna rotdelar och underjordiska utlöpare tillförs mineraliserat kväve till växter som odlas intill den kvävefixerande grödan (Wetterlind et al., 2005). När gröngödslingväxter slås av och så småningom bryts ned tillgängliggörs näringen i skörderester och rötter för efterföljande gröda. Hur kvävefixeringen fungerar beskrivs utförligare under familjen Ärtväxter nedan. Hastigheten för nedbrytning och mineralisering av kvävet varierar (Wetterlind et al., 2005). Låga temperaturer minskar nedbrytnings- och mineraliseringshastigheten. Beroende på vilka gröngödslingsarter som odlas frigörs mellan 20 – 80 % av kvävet redan under odlingssäsongen. Det kväve som återstår blir stabilt i marken och frigörs under en längre period (Wetterlind et al., 2005). Kvävet som blir kvar vid avslagning av ärtväxter är enligt Wetterlind et al. (2005) större än efter andra växtslag. Gröngödslingsgrödor kan också ha en för övriga arter positiv påverkan på markstrukturen, samt öka eller bevara mullhalten i jorden (Ögren, 2003). Några exempel på gröngödslingsgrödor med djupa pålrötter och därmed påverkar markstrukturen positivt är lupin (*Lupinus*) gul sötväppling (*Melilotus officinalis*) och åkerböna (*Vicia faba*). Samtliga

ingår i ärtfamiljen (Ögren, 2003). Enligt Ögren (2003) kan också växtsjukdomar och skadegörare reduceras genom att grüngödslingsgrödor används i växtföljden. Det är dock viktigt att komma ihåg att även grüngödslingsgrödor kan uppföröka sjukdomar om arter ur samma familj odlas för länge på samma plats (Olssons Frö, 2014). Ett exempel på detta är att arter ur kålväxtfamiljen inte bör användas som fånggröda i växtföljder där kålväxter ingår som avsalugrödor (Ögren, 2003).

3.3 Växtfamiljer

I detta avsnitt presenteras åtta växtfamiljer kort utifrån vilka egenskaper som är intressanta med tanke på säsong och markbördighet. De familjer som behandlas här är Amarantväxter (Amaranthaceae), Flockblommiga (Apiaceae), Gurkväxter (Cucurbitaceae), Korgblommiga (Asteraceae), Kålväxter (Brassicaceae), Lökväxter (Alliaceae), Potatisväxter (Solanaceae) och Ärtväxter (Fabaceae). De uppgifter som har valts ut som intressanta här är följande:

- **Utbredning i världen**

Detta ger en uppfattning om vilket klimat och vilka odlingsförutsättningar som krävs för att arter ur familjen ska trivas

- **Del av växten som skördas - exempel för några arter ur familjen**

Detta ger en indikation på hur mycket näring som bortförs med skörden, vilket i sin tur påverkar hur växter ur familjen kan passas in i en växtföljd i förhållande till andra familjer.

- **Groningstemperatur för några arter ur familjen samt förslag på odlingsåtgärder för att förlänga säsongen för arter ur familjen**

Temperaturen avser jordens temperatur och visar hur tidigt frön av en art kan gro och börja växa. För en del arter har både optimum och minimumtemperatur angivits. I de fall där optimal temperatur för groning inte redovisats i de källor som konsulterats, anges endast minimumtemperatur. Här nämns också åtgärder som kan tillämpas för att få en tidigare start och på säsongen, eller ett senare avslut.

- **Exempel på rotdjup för en eller flera arter ur familjen**

Rotdjup visar på hur arter ur familjen inverkar på markstrukturen genom sitt rotsystem. Exempel på rotdjup som uppmätts för några grödor har redan redovisats i tabell 3 ovan, men de återkommer under vissa av familjerna för att hålla informationen aktuellt för läsaren. Uppgift om rotdjup för amarantväxter saknas.

3.3.1 Amarantväxter, Amaranthaceae

Amarantväxter finns över hela världen, framförallt på havsstränder, i öppna kulturpåverkade marker med hög kvävehalt och på havsstränder (Widén och Widén, 2008). Mangold (*Beta vulgaris* Mangold-Gruppen) har ätliga blad. Dess nära släkting rödbeta (*Beta vulgaris* var. *vulgaris*) odlas främst för rotens skull, även om bladen också kan användas (Andreasson, 2013). Rödbeta och mangold gror vid en minimumtemperatur på +7 °C medan spenat (*Spinacia oleracea*) gror vid en minimumtemperatur på +12 °C (Olssons Frö, 2014).

Rödbetans näringsbehov är måttligt, och den kan odlas efter en näringskrävande gröda (Ögren et al., 2003). Rödbetan trivs bäst i en lucker jord då dess rötter annars lätt drabbas av syrebrist. Detta gör purjolök till en bra förfrukt för rödbetan, eftersom purjolök har ett stort

rotsystem som verkar gynnsamt på markstrukturen. En mullrik sand- eller mojord är lämplig för odling av rödbeta. Dåliga förfrukter för rödbeta är andra betor samt potatis, eftersom dessa lätt drabbas av skorvangrepp, något som även rödbetan är känslig för. Av samma anledning bör rödbeta inte återkomma oftare än vart 4-6 år i växtföljden. Skorvangrepp kan till viss del hämmas genom att en grüngödslingsgröda odlas som förfrukt. Rödbetans förfruktsvärde är på grund av det grunda rotsystemet inte särskilt bra (Ögren et al., 2003). Rödbeta, spenat och mangold ingick tidigare i familjen målleväxter (Rölin, 2003) men inkluderas numera i familjen amarantväxter (SKUD, 2015b). De tidigare målleväxterna (rödbeta, spenat och mangold) utvecklar enligt Båth et al. (1999) inget samspel med mykorrhiza. Följaktligen bör de inte odlas före mykorrhizaberoende grödor.

3.3.2 Flockblommiga, Apiaceae

Flockblommiga växter finns i hela världen, framför allt på norra halvklotet (Widén och Widén, 2008). Hos rotpersilja (*Petroselinum crispum* ssp. *tuberosum*) äter vi roten (Israelsson, 2011). Även på morot (*Daucus carota*) är det roten som används i första hand. Persilja (*Petroselinum crispum*) odlas för bladens skull. Persilja gror vid en jordtemperatur på minst +10 °C. Minimum groningstemperatur för morotsfrön är +5°C och den optimala temperaturen för groning är +18-22 °C (Olssons Frö, 2014). Palsternacka (*Pastinaca sativa*) gror vid en minimum groningstemperatur på +5 °C, medan den optimala groningstemperaturen är +20 °C (Lindbloms Frö, 2014). För att få en tidig start kan morot och rotpersilja sås sent på hösten (Andreasson, 2013). Skörd av morot kan enligt Coleman (2009) ske så sent som i oktober och november. Om de odlas i plasttunnel kan de även skördas december till januari (Coleman, 2009). Persilja kan sås april-juni, eller sent på hösten och skördas augusti-oktober i omgångar (Andreasson, 2013). Palsternacka gynnas enligt Ögren et al. (2003) av att skördas på senhösten, eftersom den har sin största tillväxt då. I södra Sverige kan palsternacka övervintra i fält och skördas året därpå innan den börjar växa igen. Också persilja kan skördas tidigt påföljande vår.

Rotdjupet för morot har uppmätts till 61 cm (Ögren et al., 2003). Denna gröda kräver en lucker, väl-dränerad och djup jord för att dess pålrot ska utvecklas bra. Att odla morot i upphöjda bäddar är därför fördelaktigt, då jorden i en upphöjd bädd blir varmare och mera lucker. Detta förhindrar missformade och greniga morötter. Jorden i en upphöjd bädd är dock mera känslig för uttorkning. En bra bevattningsstrategi är därför viktig, även om morotens djupa rotsystem gör den relativt torktålig. Eftersom morot trivs i luckra jordar gynnas den av en förfrukt som genom ett stort och djupt rotsystem förbättrar jordstrukturen (Ögren et al., 2003). Då morot behöver mykorrhiza för att trivas är det viktigt att föregående gröda inte hämmat mykorrhizan i marken (Båth et al., 1999). Kålväxter utvecklar inget samspel med mykorrhiza och är därför inte lämpliga att odla före morötter. Morot bör återkomma i växtföljden tidigast var 6-7 år, annars finns det risk för uppförökning av exempelvis rotgallnematoder som skadar grödan (Ögren et al., 2003).

3.3.3 Gurkväxter, Cucurbitaceae

Familjen gurkväxter är med sina 120 släkten och 800 arter i världen rikligt representerad i tropiska regnskogar i Amerika, men finns även i öknar och i alla varma trakter (Widén och Widén, 2008). Gurkväxternas frukter är botaniskt sett bär och det är denna del på växten vi skördar (Andreasson, 2013). Pumpa (*Cucurbita pepo*) gror vid en minimumtemperatur på +15 °C (Andreasson, 2013). Vintersquash (*Cucurbita moschata*) gror då temperaturen är minst +16 °C. Optimal groningstemperatur för gurka är +30 °C (Lindbloms Frö, 2014).

Gurkväxter är värmekrävande och passar bra i mullrika sandjordar eftersom dessa värms upp fort (Ögren et al., 2003). Israelsson (2011) rekommenderar att gurkväxter odlas i upphöjd bädd, då detta arrangemang bidrar till en snabbare uppvärmning av jorden. Då exempelvis gurka enligt Ögren et al. (2003) är känslig för torka kan det i upphöjda bäddar, som torkar upp fortare, bli nödvändigt med bevattning. Ytterligare ett sätt att skynda på tillväxten för gurka är enligt Ögren et al. (2003) med hjälp av kulturtäckning eller fiberduk. En kombination av upphöjd bädd som värms upp fortare, och kulturtäckning, som bevarar fuktigheten i jorden, torde vara fördelaktigt vid odling av gurkväxter. I södra Sverige kan gurkväxter direktsås, men det är en fördel att förkultivera dem. Bra tid att så gurkväxter är i slutet av april eller i början av maj, och de kan sättas ut på friland då jordtemperaturen är mellan 12-15 °C (Israelsson, 2011). Växter i gurkfamiljen tål inte frost.

Som tabell 3 visar har gurkplantans rotdjup uppmätts till 56 cm (Båth et al., 1999). Gurka lämnar efter sig nästan lika mycket skörderester (15 ton torrsubstans/hektar) som mängden som bortförs i användbara delar (20 ton torrsubstans/hektar), vilket syns i tabell 4. Baserat på dessa uppgifter om rotdjup och kvarlämnade skörderester, både ovan- och underjordiska delar, har Ögren (1992) kommit fram till att gurka har ett medelmåttigt förfruktsvärde.

3.3.4 Korgblommiga, Asteraceae

De korgblommiga växterna finns över hela världen och utgör den största växtfamiljen (Widén och Widén, 2008). De är representerade i både tropiska och tempererade områden och har följaktligen olika krav på kulturåtgärder. På sallat (*Lactuca sativa*) är det bladen som används (Israelsson, 2011). På svartrot (*Scorzonera hispanica*) äts framförallt rötterna, men även bladen kan användas. Jordärtskocka (*Helianthus tuberosus*) odlas för sina rotknölar (Israelsson, 2011). Sallat grov vid en minimumtemperatur på +7 °C, och den optimala temperaturen för groning är +17 °C (Olssons Frö, 2014). Svartrot behöver minst +7 °C för att gro, och den optimala groningstemperaturen är +18 °C (Lindbloms Frö, 2014). Jordärtskocka kan gro vid en temperatur under +5 °C (Kosaric, Cosentino och Wieczorek, 1984).

Sallat bör enligt Lindbloms Frö (2014) förkultiveras, och kan enligt Andreasson (2013) skördas efterhand som den växer. Denna gröda har ett relativt svagt rotsystem, det har uppmätts till mellan 53-70 cm (Båth et al., 1999), vilket visas i tabell 3. Sallat bör därför placeras efter strukturförbättrande grödor i växtföljden. Det är också gynnsamt om föregående gröda har lämnat efter sig skörderester som snabbt kan omvandlas till näring. Detta eftersom sallat har en kort tillväxtperiod och därmed tar upp näringen under kort tid (Båth et al., 1999). För att minska risken för röta i sallatsraderna kan sallat odlas i upphöjda bäddar som skapar en torrare miljö kring rothalsarna (Ögren et al., 2003). Det är dock viktigt att behålla en god markfukt vilket är nödvändigt för sallatens näringsupptag som sker nära markytan. Bevarande av markfukten i bäddarna kan uppnås med hjälp av marktäckning. Mer om marktäckning och olika material står att läsa under rubrik 3.5.2 i denna uppsats.

Jordärtskocka är en flerårig växt som är mycket väl anpassad till kalla regioner och därför tål låga temperaturer, (Kosaric, Cosentino och Wieczorek, 1984). Jordärtskockan är inte så näringskrävande, är resistent mot de flesta sjukdomar och konkurrenskraftig mot ogräs, och den kan växa på de flesta jordar (Kosaric et al., 1984). Detta gör den till en lämplig gröda både i syfte att förlänga säsongen och att bibehålla markens bördighet. Svartrot kan sås tidigt på våren och kräver en lång växtsäsong (Andreasson, 2013). Arten är tvåårig och

rötterna kan skördas tills jorden frusit i september– oktober eller stå kvar i jorden till nästa vår (Andreasson, 2013).

3.3.5 Kålväxter, Brassicaceae

Kålväxter finns i hela världen, främst i tempererade trakter kring medelhavsområdet och sydvästra Asien (Widén och Widén, 2008). Att de har sitt ursprung i tempererade områden gör att det i denna familj finns många arter som tål att stå kvar ute långt in på vintern (Israelsson, 2013). På kålrot (*Brassica napus* var. *napobrassica*) används stjälken under hjärtbladen samt den uppsvällda huvudroten (Adelsköld, 1991). Grönkål (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) och Mizunakål (*Brassica rapa* Nipposinica-Gruppen) skördas för bladens skull (Israelsson, 2011). Även på rädisa (*Raphanus sativus*) skördas späda blad, men den odlas framförallt för sin uppsvällda stamknöl (Israelsson, 2011). Grönkål gror vid en minimumtemperatur på +7 °C, och den optimala groningenstemperaturen är +20 °C (Olssons Frö, 2014). Rädisans minimumtemperatur för groningen är +12 °C, och den optimala är +18 °C (Olssons Frö, 2014). Mizuna gror vid minst +10 °C, och har en optimal groningenstemperatur på +25 °C (Lindbloms Frö, 2014). Kålrot behöver minst +7 °C för att gro, medan den optimala groningenstemperaturen är +12 °C (Olssons Frö, 2014). Säsongen kan startas tidigt på våren med rädisa, som kan skördas efterhand som den mognar (Andreasson, 2013). Kålrot tål höstfrost och kan därför skördas sent (Israelsson, 2011). Grönkåls blad kan också med fördel skördas under hösten och vintern, även efter att frosten kommit (Israelsson, 2011). När det gäller att förlänga säsongen för kålväxterna är ett sätt för exempelvis rädisa, att odla den i ouppvärmade odlingstunnlar av plast (Coleman, 2009). På så vis kan rädisan enligt Coleman (2009) skördas från slutet av mars och hela maj ut, samt från oktober till början av december. Kålväxter utvecklar inget samspel med mykorrhiza (Båth et al., 1999). Som tidigare nämnts gror svampsporerna ändå i marken, men då de inte hittar någon näring dör de ut (Kling, 1998). Därför är kålväxter som tidigare nämnts inte lämpliga att odla som förfrukt till exempelvis purjolök, lök och morot, som med sina svagare rotsystem gynnas av mykorrhiza (Båth et al., 1999). I tabell 3 kan utläsas att blomkål har bland de djupare rotsystemen av de undersökta grödorna, 82 cm. Detta är positivt för strukturen i marken. Vitkål (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) lämnar efter sig nästan lika mycket skörderester (40 ton/ha) som de användbara delarna som förs bort (50 ton/ha), vilket antyder att en del av näringen som tagits upp under kulturtiden kommer att gå tillbaka till marken. Ögren (1992) har utifrån dessa parametrar bedömt att vitkål och blomkål har ett bra förfruktsvärde. Kålväxter kan drabbas av klumprotsjukan, vilken orsakas av den jordburna slemsvampen *Plasmodiophora brassicae* (Wallenhammar, 1997). Denna jordburna svamp kan ställa till med stora skördeförluster. För att förhindra uppförökning av den bör kålgrödor inte återkomma i en växtföljd oftare än vart 6:e år (Ögren et al., 2003). Dock rekommenderas 7 år mellan kålgrödorna om klumprot redan finns i fältet.

3.3.6 Lökväxter, Alliaceae

Lökväxter återfinns både i tropiska och tempererade områden, och förekommer mest i trakter med återkommande torka (Widén och Widén, 2008). På vitlök (*Allium sativum*) och kepalök (*Allium cepa*) används löken, som består av näringslagrande bladbaser. Kepalök, både frö och sättlök gror vid en minimumtemperatur på +4 °C, och den optimala groningenstemperaturen är +18-20 °C (Olssons Frö, 2014). Gräslök (*Allium schoenoprasum*) behöver minst +10 °C för att gro (Olssons Frö, 2014). Purjolök (*Allium porrum*) gror vid en minimumtemperatur på +8°, och har en optimal groningenstemperatur på +15°C (Olssons Frö, 2014).

Purjolökens rötter har uppmätts ha ett djup på 32-50 cm, och en bredd på 52 – 60 cm (Båth et al., 1999). Den största kvarlämnade rotmassan bland några undersökta grödor har enligt Båth et al. (1999) uppmätts hos purjolök, från 1050 kg till 1840 kg torrs substans per hektar. Detta stora rotsystem ger purjolöken ett bra förfruktsvärde. Den är en särskilt bra förfrukt till palsternacka och morot, som behöver en lucker och mullrik jord för att trivas (Ögren, 1992). Purjolök är näringskrävande (Ögren et al., 2003) och behöver en mycket bra förfrukt i form av exempelvis en gröngödslingsgröda med fleråriga ärtväxter och vall.

Ett sätt att få en tidigare skörd av kepalök är att förkultivera den, eller att använda sig av sättlök. Purjolök kan skördas från augusti och fram till frost (Adelsköld, 1991). Den kan också skördas maj-juni påföljande år. Kepalöken har ett grunt och svagt rotsystem och gynnas därför av en förfrukt som skapar en god struktur i marken (Ögren et al., 2003). Kepalök har inte så god konkurrensförmåga mot ogräs, och det är därför fördelaktigt om förfrukten har en god ogräskonkurrerande förmåga, eller möjliggör effektiv ogräsreglering. En sådan förfrukt är exempelvis potatis. Kepalök bör inte återkomma oftare än vart 6:e år i växtföljden, då löken kan angripas av nematoden (*Longidorus ditylenchus*). Denna nematod angriper också exempelvis selleri (*Apium graveolens*) och korn (*Hordeum vulgare*) vilket kan vara bra att veta vid växtskyddsplanering. Många lökväxter är beroende av mykorrhiza, varför de inte bör odlas efter exempelvis kålväxter (Båth et al., 1999).

3.3.7 Potatisväxter, Solanaceae

Potatisväxterna har sin största mångfald i tropiska Amerika, men förekommer i hela världen (Widén och Widén, 2008). Potatisen (*Solanum tuberosum*) skördas för sina knölers skull. Potatisknölarna är uppsvällda skotts system och alltså en del av plantans stam (Svensk Potatis, 2014). På tomat (*Solanum lycopersicum*) används frukten, som egentligen är ett bär. Frön av tomat behöver en minimumtemperatur på +15 °C för att gro, och den optimala groningenstemperaturen är +26 °C (Olssons Frö, 2014).

Eftersom tomater gynnas av värme kan de med fördel odlas i plasttunnlar där det skyddade klimatet bidrar till en högre temperatur än på friland (Adelsköld, 1991). För att tidigarelägga skörden av potatis kan knölarna förgros 4-6 veckor innan de sätts ut i marken, på så sätt kan skörden ske en till två veckor tidigare (Truedsson, 2011). Förgroningen bör ske på en frosthfri och ljus plats som håller en temperatur på mellan +10 och +20 °C. Potatisarna med rötter och groddar kan sedan sättas ut när jordtemperaturen är 7-8 °C (Israelsson, 2011). En bra förfrukt till potatis är enligt Ögren et al. (2003) kortvarig vall eller gröngödsling, då detta bidrar till en god näringstillförsel för efterkommande gröda. Dock är en långliggande vall (exempelvis tvåårig) inte lika lämplig, då detta kan uppföröka knäpparlarver som orsakar skador i potatis. Ett viktigt växtskyddsproblem för potatis är potatisbladmögel och brunröta (Ögren et al., 2003). Färskpotatis hinner ofta skördas innan patogener har hunnit uppförökas i jorden, men då potatis som står kvar längre odlas är det viktigt att den inte kommer tillbaka oftare än vart 4:e år (Adelsköld, 1991).

3.3.8 Ärtväxter, Fabaceae

Familjen ärtväxter återfinns i en rad växtzoner över hela världen. En vanligt förekommande böna i odling är trädgårdsbönan (*Phaseolus vulgaris*), denna kommer dock inte att beskrivas närmare här då den är värmekrävande och kan ta skada av låga temperaturer redan vid + 2 °C (Adelsköld, 1991). Denna art är därför inte så lämplig i syfte att förlänga säsongen. På

bondböna (*Vicia faba*) äter vi främst de omogna fröna, bönorna, och på sockerärt (*Pisum sativum*) används de hela baljorna (Adelsköld, 1991). Bondböna gror vid en minimumtemperatur på +5 °C, och har sin optimala groningenstemperatur vid +15 °C (Olssons Frö, 2014). Sockerärt gror vid minst +9 °C, medan dess optimala groningenstemperatur är +14-16 °C (Olssons Frö, 2014). Bondböna sås tidig vår och kan skördas under sensommar och höst (Andreasson, 2013). Sockerärt kan sås i omgångar under vår och sommar, de tål minusgrader på hösten men frost inverkar negativt på deras sprödhet (Andreasson, 2013). Rotdjupet för ärt har uppmätts till 86 cm, vilket gör denna art till den mest djuprotade grödan bland dem som redovisas i tabell 3. Att arter i familjen ärtväxter har fler egenskaper som är önskvärda i grüngödslingsgrödor har beskrivits i grüngödslingsavsnittet under rubrik 3.2.3. Familjen ärtväxter kan genom sin symbios med kvävefixerande bakterier ta till sig kväve från luften (Adelsköld, 1991). Kvävet fixeras med hjälp av bakterierna i släktet *Rhizobium* som finns i små knölar på ärtväxternas rötter. Om det finns tillräckligt med kväve i jorden fixeras mindre kväve från luften eftersom detta är mera krävande för växterna (Wetterlind et al., 2005).

3.4 Att planera en växtföljd

Utformningen av en växtföljd börjar enligt Båth et al. (1999) med urvalet av grödor som ska odlas. Valet av grödor grundar sig på omständigheter som vilken jordart odlingsplatsen har, och vilka grödor som passar på platsen, samt vilka bevattningsmöjligheter som finns. Om grödorna odlas för försäljning eller till husbehov spelar också in i valet av grödor, då det inverkar på vilka volymer som odlas och hur jordbearbetning kan utföras (Båth et al., 1999). Som nämndes i avsnitt 3.2.2 är planeringen av en växtföljd beroende av faktorer som grödornas förfruktsvärde, ogräskonkurrens och (Adelsköld, 1991). Olika grönsaksarter har olika krav på markens struktur, vattenhållande förmåga och värmeledningsförmåga. Hänsyn bör också tas till grödans näringskrav och om den är mykorrhizaberoende eller inte, samt i vilken grad grödan drabbas av jordburna sjukdomar eller andra skadegörare. Lämnar en gröda efter sig mycket skörderester som kan mineraliseras i marken och tas upp av efterföljande gröda? Eller försvinner det mesta av skörden i form av användbara delar och lämnar platsen näringsfattig?

3.4.1 Näringskrav

I tabell 5.1 ovan redovisades förfruktsvärdet för några grönsaksarter, enligt en indelning gjord av Ögren (1992). Förfruktsvärdet har en viktig roll i växtföljdsplaneringen då detta värde ger en indikation på hur en grönsaksart påverkar markens struktur och näringsinnehåll inför nästa gröda. Kunskap om vilka näringskrav respektive gröda här är också till hjälp vid planeringen. Enligt Ögren (1992) kan grödorna delas upp i *Närande*, *Krävande*, *Måttligt krävande* respektive *Mindre krävande* enligt följande:

Närande: Trädgårdsarter (*Pisum sativum*) och trädgårdsbönor (*Phaseolus vulgaris*) räknas till kategorin *närande* eftersom de är kvävefixerande (Ögren, 1992).

Krävande: Kål (*Brassica ssp.*) och purjolök (*Allium porrum*) för bort mycket näring med skörden och räknas därför till denna grupp. Även rotselleri (*Apium graveolens var. rapaceum*) räknas hit. Rotselleri för inte bort lika mycket näring, men kräver en god näringstillgång för att utvecklas väl (Ögren, 1992).

Måttligt krävande: Sallat (*Lactuca sativa*) tar som nämnts i avsnitt 3.3.4 upp näring under en kort period och det är därför viktigt att näringen finns tillgänglig när den behövs, därför räknas sallat hit. I denna grupp finns också frilandsgurka (*Cucumis sativus*), morötter (*Daucus carota*), persilja (*Petroselinum crispum*) och jordärtskocka (*Helianthus tuberosus*) (Ögren, 1992).

Mindre krävande: Denna grupp innefattar kålrot (*Brassica napus var napobrassica*), kepalök (*Allium cepa*) och palsternacka. Palsternacka (*Pastinaca sativa*) för bort mycket växtnäring men kan utvecklas väl även vid lägre näringsförhållanden. En teori är att den med sitt djupa rotsystem kan hämta upp näring som ligger djupare i marken (Ögren, 1992).

I avsnitt 3.3 presenterades åtta växtfamiljer med fokus på egenskaper som är av relevans vid planeringen av en växtföljd. I växtföljdsexemplet nedan används grödor som tidigare nämnts.

3.4.2 Exempel på en växtföljd

Nedan visas ett exempel på en sexårig växtföljd utformad av Båth et al. (1999). Tabellen redovisas här utifrån antagandet att den kan tillämpas på en mullrik sandjord i södra Sverige, zon 1. Växtföljden har tolkats och kommenterats fritt utifrån den information som presenterats i den här uppsatsen. Kommentarer redovisas i punktform under tabellen.

Tabell 6. Exempel på en växtföljd för en mullrik sandjord i södra Sverige, zon 1

År	Gröda	Växtfamilj
1	Vall I	Ärtväxter (Fabaceae) och gräsväxter (Poaceae)
2	Vall II	Ärtväxter (Fabaceae) och gräsväxter (Poaceae)
3	Purjolök (<i>Allium porrum</i>)	Lökväxter (Alliaceae)
4	Morot (<i>Daucus carota</i>)	Flockblommiga (Apiaceae)
5	Gröngödsling (Olika arter)	Ärtväxter (Fabaceae) och gräsväxter (Poaceae)
6	Kål (<i>Brassica ssp.</i>)	Kålväxter (Brassicaceae)

Uppgifterna i tabellen är hämtade ur Båth et al. (1999).

Kommentarer till växtföljden

- År 1 och 2 i växtföljden odlas vall. Denna tvååriga vall innehåller gröngödslingsgrödor som blålusern (*Medicago sativa*) och rödklöver (*Trifolium pratense*) som förbättrar markens struktur och fixerar kväve. Gräsväxterna i vallen består av exempelvis hundäxing (*Dactylis glomerata*) och engelskt rajgräs (*Lolium perenne*) som enligt Båth et al. (1999) har en sanerande effekt på klumprotsjuka.
- År 3 odlas purjolök. Purjolök trivs bra i en mullrik och näringshållande jord (Ögren et al., 2003). Eftersom purjolöken räknas till de näringskrävande grödorna (Ögren, 1992) är vallen med sina kvävefixerande arter en optimal förfrukt. Purjolökens djupa och breda rotsystem verkar liksom vallen strukturförbättrande på marken, och den anses ha ett mycket bra förfruktsvärde (Ögren, 1992). Den utgör därför en bra förfrukt till moroten. Ytterligare en fördel med detta arrangemang är att purjolöken tack vare sitt har möjlighet att tillgodogöra sig det organiska material och det kväve som frigörs från vallen (Båth et al., 1999). En gröda med grundare rotsystem och lägre

näringskrav som exempelvis kepalök skulle inte gynnas på samma sätt utan skulle eventuellt innebära risk för växtnäringsförluster (Båth et al., 1999).

- År 4 odlas morot. Morot utvecklas väl i en mullrik sandjord (Ögren et al., 2003) och dess djupa pålrot gynnas av purjolökens strukturförbättrande effekt. Den är måttligt krävande och räknas också som en medelmåttig förfrukt (Ögren, 1992).
- År 5 odlas återigen grüngödslingsgrödor, för att ge goda växtförutsättningar för efterkommande gröda, kål.
- År 6 odlas kål som är en näringskrävande gröda med ett medelmåttigt till bra förfruktsvärde, dock ej för exempelvis morot och lök då kålväxter som tidigare nämnts inte utvecklar något samspel med mykorrhiza.
- Som tidigare nämnts bör kål inte återkomma oftare än vart 6:e år i växtföljden (Ögren et al., 2003). Notera dock att om klumprot finns i fältet är det önskvärt att låta det gå ytterligare ett år mellan kålgrödorna.

Denna växtföljd är sexårig och passar för en mullrik sandjord. En växtföljds längd och grödorna den innehåller kan dock varieras utifrån vilka förutsättningar platsen har. En lerjord kräver exempelvis en annan utformning på växtföljden, och en del grödor (exempelvis vitkål) trivs inte så bra i ren sandjord då det blir för näringsfattigt och torrt (Ögren et al., 2003).

3.5 Odlingssäsongen

Odlingssäsongen är liktydig med växternas vegetationsperiod. Som tidigare nämnts är denna period olika lång beroende på geografiskt läge (SMHI, 2014). Flera faktorer samverkar för att avgöra säsongens längd. De faktorer som påverkar tillväxten hos en växt är temperaturen i marken och luften, ljus, fuktighet och näring (ACE, 2013). Markens sammansättning är av betydelse för jordens temperatur. Lerjord och sandjord värms upp olika snabbt och håller värmen olika länge (Ledin, 1990). Lufttemperaturen styrs i hög grad av solinstrålning och molnighet (Wastenson, Raab och Vedin, 2004). Solinstrålningens intensitet beror på i vilken vinkel solstrålarna träffar marken, vid ekvatorn är strålningen exempelvis kraftigare (Wastenson et al., 2004). Då solen skymms av moln blir temperaturen lägre, dock kan molnen också påverka temperaturen i motsatt riktning. En molnig natt minskar de strålningsförlusterna från markytan genom att långvågig värmestrålning studsar tillbaka ned till marken. Temperaturen sjunker då inte lika mycket som under en molnfri natt (Wastenson et al., 2004). Hur en växt kan tillgodogöra sig ljus beror på ljusets *kvalitet*, *kvantitet* och *varaktighet* (ACE, 2013). Ljusets kvantitet syftar på hur koncentrerat eller intensivt det är, och kvalitet handlar om vilka våglängder det består i och i vilken utsträckning växten kan använda denna våglängd för sin fotosyntes. Varaktigheten hos ljuset handlar om under hur lång tid en växt utsätts för ljus. Denna tid kallas fotoperiod, och är av avgörande betydelse för många växters blomning. Det som egentligen avses med benämningarna är hur lång den sammanhängande mörkerperioden är. Växter brukar delas in i *långdagsväxter*, *kortdagsväxter* och *dagsneutrala* växter, beroende på hur lång mörkerperiod de behöver för att börja blomma (ACE, 2013).

3.5.1 Faktorer som påverkar odlingssäsongen

Vid grönsaksodling är det flera faktorer som avgör hur stor skörden blir, både fysiska, kemiska och biologiska (Feddes, 1971). Markens beskaffenhet, topografi och växttäckning har betydelse för hur den påverkas av vind, nederbörd och solinstrålning (Wastenson et al., 2004). Hur det lokala klimatet ser ut är kopplat till dessa omständigheter (Wastenson et al., 2004). En sluttning i söderläge är exempelvis varmare än en norrsluttning, och en lähäck kan skydda mot kalla vindar. Luftskiktet nära markytan kallas för mikroklimat. Mikroklimatet kan skilja sig drastiskt från omgivande klimat, och kan spela en avgörande roll för hur gynnsam en plats är för växtodling (Wastenson et al., 2004). Hur hårdig en växt är på en plats beror till stor del också på årsnederbörd och mikroklimat (Johansson, 2007). En av de allra viktigaste faktorerna är jordens temperatur, eftersom den påverkar grödornas groning, uppkomst, tillväxt, mognad och skördemassa (Feddes, 1971). Jordens temperatur och frögroning behandlas nedan.

Frögroning: Jordtemperatur

Feddes (1971) talar om lägsta temperatur för groning, under vilken ingen groning sker, högsta temperatur för groning, över vilken ingen groning sker, samt optimal temperatur för att ett frö ska gro (Feddes, 1971). I sin avhandling i *Water, heat and crop growth* (1971) delar Feddes en plantas utveckling i två stadier: Från groning till uppkomst, och från uppkomst till mognad. I det första utvecklingssteget sker så gott som ingen avdunstning eller torrsustansproduktion genom fotosyntes. Tillväxten är i första hand beroende av fukthalt och temperatur i markens övre skikt. Fröet får nu energi att omvandla lagrad näring till lösliga näringsämnen genom respiration, som är det viktigaste i detta steg. Näringsämnena transporteras sedan till rotanlag, *radicula*, och stamknopp, *plumula*, och används för celledelning, sträckning och differentiering. En förutsättning för att denna process ska ske är att fröet kan ta upp vatten genom absorption. I steg två (från uppkomst till mognad) ökar plantans bladyta, och därmed också evaporation och fotosyntes. Plantans vattenupptag från jorden sker nu i stort sett genom evaporation. Tillväxten i det andra steget är avhängig av flera omständigheter i tillägg till jordtemperatur och fukthalt. Nu är också lufttemperaturen, framförallt kring bladen, och nettostrålning av betydelse (Feddes, 1971).

Översikt groningstemperaturer för några utvalda arter

Uppgifter om groningstemperaturer har i avsnitt 3.3 ovan redovisats för några arter ur respektive växtfamilj. För att ge en översiktlig bild som kan fungera som underlag vid såplanering redovisas här några av uppgifterna sammanställda i en tabell. En eller ett par arter ur varje familj har valts ut, och posterna är sorterade efter groningstemperatur, lägst till högst.

Tabell 7. Groningstemperatur för några grönsaksarter

Gronings - temperatur	Art	Tillhör växtfamiljen
5 °C (Min.)	Jordärtskocka (<i>Helianthus tuberosus</i>)	Korgblommiga (Asteraceae)
7 °C (Min.)	Rödbeta (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>), Mangold (<i>Beta vulgaris</i> Mangold-Gruppen)	Amarantväxter (Amaranthaceae)
8 °C	Potatis (<i>Solanum tuberosum</i>)	Potatisväxter (Solanaceae)
10 °C (Min.)	Persilja (<i>Petroselinum crispum</i>)	Flockblommiga (Apiaceae)
12 °C	Kålrot (<i>Brassica napus</i> var. <i>napobrassica</i>)	Kålväxter (Brassicaceae)
14 °C	Sockerärt (<i>Pisum sativum</i>)	Ärtväxter (Fabaceae)
15 °C	Pumpa (<i>Cucurbita pepo</i>), Purjolök (<i>Allium porrum</i>), bondböna (<i>Vicia faba</i>)	Gurkväxter (Cucurbitaceae), Lökväxter (Alliaceae), Ärtväxter (Fabaceae)
16 °C (Min.)	Vintersquash (<i>Cucurbita moschata</i>)	Gurkväxter (Cucurbitaceae)
17 °C	Sallat (<i>Lactuca sativa</i>)	Korgblommiga (Asteraceae)
18 °C	Morot (<i>Daucus carota</i>), Svartrot (<i>Scorzonera hispanica</i>), Kepalök (<i>Allium cepa</i>)	Flockblommiga (Apiaceae), Korgblommiga (Asteraceae), Lökväxter (Alliaceae)
20 °C	Palsternacka (<i>Pastinaca sativa</i>), Grönkål (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabellica</i>)	Flockblommiga (Apiaceae), Kålväxter (Brassicaceae)
25 °C	Mizuna (<i>Brassica rapa</i> Nipposinica Gruppen)	Kålväxter (Brassicaceae)
26 °C	Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Potatisväxter (Solanaceae)

Uppgifterna i tabellen är hämtade ur Olssons Frö, 2014, Lindbloms Frö, 2014 och Andreasson (2013).

Kolumnen *Groningstemperatur* anger optimal groningstemperatur i jorden för att ett frö ska gro. Undantaget är de poster där (Min.) är infogat efter temperaturen, här är det istället minimumtemperatur som redovisas.

Tabell 6 visar att jordärtskocka börjar gro redan vid 5 °C, vilket stämmer väl överens med att den som tidigare nämnts i avsnitt 3.3.4 är anpassad för kallare regioner. Tomatfröet gror senast av arterna i tabellen, den optimala groningstemperaturen är hela 26 °C, vilket innebär att det är nödvändigt att förkultivera denna växt inomhus eller i ett uppvärmt växthus, om den ska hinna växa och utvecklas i tid för att få frukt.

Frögroning: Daggrader

I artikeln *Some aspects of seed germination and application of heat sums and minimum temperature for germination* undersökte Bierhuizen och Wagenvoort värmesumma och daggraders inverkan på förgroning (Bierhuizen och Wagenvoort, 1974). De kom fram till att

rotfrukter har en ganska låg minimitemperatur för groning, 1-2 °C, och därför kan sås ganska tidigt på säsongen. Denna lägsta groningstemperatur skiljer sig från de siffror som visas i vid respektive grönsaksart i avsnittet om växtfamiljer. Det är värt att notera att Bierhuizen och Wagenvoorts undersökningar ägde rum under mycket kontrollerade förhållanden. Både temperatur och fuktighet kunde styras exakt, en situation som sällan förekommer i fält. Morot (*Daucus carota*) och lök (*Allium cepa*) kräver enligt Bierhuizen och Wagenvoort (1974) högre daggrader och gror därmed långsamt, medan svartrot (*Scorzonera hispanica*) och rädisa (*Raphanus sativus* var. *radicula*) gror relativt snabbt. Hur tidigt en gröda kan sås i tempererat klimat beror inte bara på minimum groningstemperatur men är också avhängigt av vilken effekt låga temperaturer har på stocklöpning hos arten (Bierhuizen och Wagenvoort, 1974). Exempelvis kan purjolök (*Allium porrum*) och rotselleri (*Apium graveolens* var. *rapaceum*) drabbas av stocklöpning om de vid plantupppdragningen utsätts för kalla temperaturer (Ögren et al., 2003). Dagslängden har också betydelse, många vårblommande växter är kortdagsväxter och blommar bara när dagslängden är kortare än 12 timmar (ACE, 2013). De flesta sommarblommande växterna är långdagsväxter och blommar följaktligen när dagslängden överstiger 12 timmar. Bland dessa växter finns många grönsaker som sallat, rädisa, spenat, beta och potatis (ACE, 2013).

3.5.2 Metoder att tillämpa för att uppnå en längre odlingssäsong

Coleman (2009) beskriver tre komponenter som viktiga för att odling under de kallare månaderna ska vara möjlig. Att välja köldtåliga grönsaker, plantera i omgångar och att skydda kulturerna möjliggör en längre odlingssäsong (Coleman, 2009). I *The Winter Harvest Handbook: Year-Round Vegetable Production Using Deep-Organic Techniques and Unheated Greenhouses* beskriver Coleman tekniker för att kunna odla och skörda på vintern (Coleman, 2009). Coleman odlar ekologiska grönsaker till försäljning i Maine, USA och odlar även under den kalla delen av året, med hjälp av plasttunnlar. Maine tillhör USDA - zon 5 (Coleman, 2009). Denna zon motsvaras i Sverige ungefär av Götaland (Johansson, 2007).

I ett uppvärmt växthus finns det möjlighet att styra de flesta klimatparametrar med stor precision, men det kommer inte att beskrivas här, då det skulle bli alltför omfattande. De metoder för att förlänga säsongen som behandlas i detta avsnitt är följande: *Förkultivering, odling i upphöjda bäddar, odling i tunnel, mark- och kulturtäckning, samt val av arter och sorter i syfte att förlänga säsongen.*

Förkultivering

Att förkultivera innebär att så frön och odla plantor inomhus eller under glas, innan de sätts ut på friland. Förkultivering är ibland nödvändigt för arter som behöver en lång säsong för att hinna blomma eller sätta frukt (Olsson, 2014).

Upphöjd bädd

Ett sätt att tidigarelägga starten på odlingssäsongen är att odla i upphöjda bäddar (Trinklein, 2014 i Schrock, u.å.). Dessa kan skapas med ett ramverk av exempelvis stenblock eller trävirke, som sedan fylls med jord. Jorden i en upphöjd bädd torkar fortare och blir därmed varm tidigare. Detta är en fördel under tidig vår eftersom plantor kan sättas ut tidigare i den uppvärmda jorden. Att det är bättre dränering i en upphöjd bädd gör att syretillgången till

rötterna blir bättre, och upphöjda bäddar är därför ett bra alternativ i vattensjuka områden. Ytterligare en fördel med att odla på detta sätt är att de upphöjda bäddarna möjliggör en platseffektiv ytanvändning, om det även odlas i raderna mellan dem. Bäddar som är upphöjda löper dock en större risk att torka ut i sommarvärmen än vanliga bäddar och bevattning blir därför viktigt (Trinklein 2014 i Schrock u.å.).

Tunnel

Höga plasttäckta tunnlar (även kallade bågväxthus) kan enligt Blomgren et al. (2007) skapa ett mikroklimat som skyddar växterna och bidrar till att ge en högre skörd. Dessa tunnlar består av bågar som täcks med genomskinlig plast, och värms upp av solen. Tunnelns placering är viktig, en solig och väl-dränerad plats skyddad från vind är att föredra (Blomgren et al., 2007). Med hjälp av marktäckning och plasttunnlar kan odlingssäsongen enligt Wells och Loy (1993) förlängas 1-4 veckor i början av säsongen och 2-8 veckor i slutet. Wells och Loy skiljer på låga och höga tunnlar; de höga går det att stå upprätt i, och de rymmer flera rader av grönsaker, medan de låga tunnarna består av ett transparent och flexibelt material som spänns upp separat över raderna (Wells och Loy, 1993).

Coleman som odlar grönsaker under de kalla månaderna i Maine, USA (USDA-zon 5) använder sig av höga tunnlar som kompletteras med kulturtäckning med fiberduk (Coleman, 2009). Detta bidrar till att skydda grödorna så att när utomhustemperaturen sjunker till -26°C, är temperaturen under de två lagren endast -10° till -8°C. Detta innebär en stor förbättring i växternas odlingsklimat, även om temperaturen fortfarande kan falla till under noll. Många frosttåliga arter klarar dessa låga temperaturer, om de skyddas på detta sätt och inte utsätts för utomhusklimatets övriga påfrestningar i form av exempelvis vind. Den dubbla täckningen bidrar också till en höjning av den relativa fuktigheten vilket ytterligare förhindrar frysskador. Coleman (2009) odlar exempelvis rödbeta, mangold, purjolök och sallat på detta sätt, samtliga skördas från oktober till maj.

Mark- och kulturtäckning

Grönsakskulturer kan täckas med olika typer av material beroende på vilka effekter som är önskvärda (Larsson, Gunnarsson och Schroeder, 1997). Antingen täcks bara marken, eller så täcks även kulturerna med exempelvis fiberduk. Plast och grönmassa är den vanligaste marktäckningen för grönsaker som odlas på friland (Larsson et al., 1997). Enligt Larsson et al. (1997) innebär marktäckning att marken täcks med något så att den inte ligger bar. När marken är täckt förhindras värmeutstrålningen från markytan, och det kan leda till att luftskiktet närmast marken blir svalare än vid bar jord. Det kan på våren innebära en större risk för markfrost, och vid odling av lågväxta grödor som exempelvis jordgubbar bör marken inte täckas förrän frostrisken är över. Andra positiva aspekter som marktäckning kan bidra med är ogräsreglering och tillförsel av näring. Vid täckning av marken kan det marknära luftskiktet bli svalare, då täckmaterialet hindrar markens värmeutstrålning. Fuktigheten påverkas genom att avdunstningen förhindras av det täckande lagret. På väl-dränerade jordar (exempelvis sandjordar) är detta en fördel, men på mindre genomsläppliga jordar (jordar med ett högre lerinnehåll) kan den fuktighetshållande effekten istället resultera i vattenmättad mark och syrebrist. Marken kan täckas med organiska material som grönmassa, ensilage, halm, flis eller bark, men också med syntetiska material som papper,

plast eller fiberduk. Vilket material som passar bäst för odlingen beror på vad som ska odlas och vilka förutsättningar som finns. Markens och luftens temperatur styrs av in- och utstrålning, värmeledning, avdunstning och upplagring av energi. Dessa faktorer kan påverkas med hjälp av marktäckning. Effekten blir störst närmast ytan och mindre längre ned (Larsson et al., 1997).

Täckning med fiberduk och papper

Papper och fiberduk är inte lika effektiva som organiska material vad gäller att hindra vattenavdunstning från marken, då de inte är vattentäta (Larsson et al., 1997). De släpper igenom vatten ovanifrån, med lite lägre infiltration än i mark som ligger bar. Under tunn fiberduk kan ogräs växa, och i konkurrensen med kulturväxterna ökar de uttorkningen av jorden (Larsson et al., 1997).

Täckning med plast

Då marken täcks med plast hindras avdunstningen och fuktigheten bevaras (Larsson et al., 1997). Kulturväxter under plast utvecklas ofta kraftigt och deras ökade vattenupptag kan också leda till att jorden under plasten lättare torkar ut. Under plast utan hål blir det torrare på sommaren och hösten än utan plasttäckning. Hur torrt det blir avgörs av flera omständigheter såsom jordart, plastens bredd och hur kulturväxterna utvecklas. Under torra perioder kan bevattning ske ovanifrån. Det finns olika typer av plast för marktäckning, och deras olika tjocklekar och färger avgör hur stor in- och utstrålningen blir. En del plaster är nedbrytbara. Vanligt i grönsaksodling är svart eller brun plast, de släpper inte igenom ljus, och är därmed effektiva mot ogräs (Larsson et al., 1997). I tempererade områden med kort odlingssäsong är det enligt Waterer (2000) viktigt att kunna plantera tidigt, något som möjliggörs av de höjda marktemperaturer som uppnås under marktäckning med plast. En kanadensisk studie med marktäckning med plast i några värmekrävande kulturer visade att då marken täcktes med plast höjdes skörden för samtliga kulturer jämfört med odling utan marktäckning (Waterer, 2000). Kulturerna som odlades var chili (*Capsicum annuum*), myskmelon (*Cucumis melo*) och majs (*Zea mays*). Grödorna odlades över fyra år med fem olika behandlingar; A. Svart plasttäckning, ingen besprutning, B. Våglängdsselektiv plasttäckning, ingen besprutning, C. Klar plasttäckning, ingen besprutning, D. Klar plasttäckning med besprutning, E. Ingen plasttäckning, men med besprutning. Studien visade att de två behandlingarna som bestod av marktäckning med klar plast (C. och D.) var mest effektiva för att höja skörden av värmekrävande grödor i tempererade klimat med kort odlingssäsong (Waterer, 2000).

Täckning med organiskt material

Att täcka marken med organiska material kan vara positivt för markens struktur genom att humushalten och den biologiska aktiviteten i marken ökar (Hansson och Schroeder, 2003). Med organiska täckmaterial isoleras marken; Upplagringen av värme under dagen hindras och nattens värmeutstrålning minskar. Marktemperaturen blir då utjämnad över dygnet. Jorden värms upp långsamt och medeltemperaturen under vår och sommar fortsätter att vara lägre än i mark utan täckning. Försök som gjorts på Rånna försöksstation har visat att medeltemperaturen 5 cm ned i marken under flis var 6 °C lägre än i mark utan täckning

(Larsson och Båth, 1997). Om marken täcks senare på våren hinner den värmas upp, men kommer ändå att vara svalare under sommaren jämfört med bar mark. Sent på sommaren och i början av hösten sker en vändpunkt och marktäckningens isolerande lager medför att medeltemperaturen är högre under täcket än i den bara marken. Temperaturen i marken fortsätter att vara högre i den täckta marken under höst och vinter, tills uppvärmningen startar igen följande vår.

Marktäckning och ogräs

Marktäckning kan i viss mån hjälpa till att hålla ogräs borta genom att ogräsfröna inte får tillräckligt med ljus för att kunna gro (Larsson et al., 1997). Förutsättningen är att fleråriga ogräs rensats bort tidigare. Materialet bör också vara tillräckligt tjockt och/eller hindra tillräckligt mycket ljus från att släppas igenom till fröna. En del frön kräver inte så mycket ljus för att gro, och täckmaterial av organiskt slag behöver ha en tjocklek på minst 5- 8 cm för att inte släppa igenom något ljus. De flesta organiska material sjunker samman och kan behöva bättras på efterhand. Den fuktighetshållande effekten kan också gynna ogräsfröna och hjälpa dem att gro. Att marken med täckmaterialet håller sig fuktig kan också göra att inflygande ogräsfrön lättare gror (Larsson et al., 1997). Det är därför viktigt att se till att det täckande lagret är tillräckligt tjockt för att förhindra ljuset från att ta sig ner och stimulera fröna att gro.

Val av arter och sorter i syfte att förlänga säsongen

För den som vill skörda under så stor del av året som möjligt kan det vara relevant att välja grödor som lämpar sig för detta syfte. Rotfrukter som kan sköras även påföljande år är exempelvis jordärtskocka och svartrot. En del grönsaksarter tål frost och går att skörda även under de kallare månaderna, ett exempel på detta är grönkål (Andreasson, 2013). Ytterligare ett sätt att förlänga skördeperioden är att välja arter som kan sås och sköras i omgångar, som exempelvis spenat och mangold (Israelsson, 2011). En del grönsaker, som exempelvis morot går att höstså för en extra tidig skörd följande år (Andreasson, 2013). Det finns också av en del grönsaker särskilda sorter som lämpar sig väl för en tidig skörd. Dessa sorter brukar benämnas som tidiga i frökatalogerna. Exempelvis hittar den som söker i Olssons Frökatalog (2014) en *Vicia faba* 'Witkiem Vroma', som är en tidig sort av bondböna, samt *Anethum graveolens* 'Charli', en tidig sort av dill.

4. Diskussion och slutsats

Denna uppsats har sin utgångspunkt i att tillgången på bördig odlingsmark är begränsad i Sverige, vilket gör det angeläget att effektivt utnyttja den mark som finns att tillgå. Genom att odla och skörda under så stor del av året som möjligt kan en plats utnyttjas effektivt. Eftersom växternas vegetationsperiod till stor del avgörs av det omgivande klimatet är det då nödvändigt att styra mikroklimatet, så att denna period kan startas tidigare och avslutas senare. Då intensiv markanvändning genom odling medför en påtaglig risk att marken utarmas ville denna uppsats också ge svar på hur markens bördighet bibehålls.

4.1 Odlingssäsongen

Det är som tidigare konstaterats inte bara geografisk plats som avgör odlingssäsongens längd, utan också platsens förutsättningar i form av jordmån och mikroklimat. Ett sätt att starta odlingssäsongen tidigare och avsluta den senare är att styra mikroklimatet så att det påverkar frögroningen och skapar förutsättningar för en längre vegetationsperiod. Fröets groning är framför allt kopplat till jordtemperatur och fuktförhållanden (Feddes, 1971). Den temperatur vid vilken ett frö kan gro skiljer sig mellan växtfamiljer och arter. Till viss del är detta kopplat till artens ursprung i världen. De metoder som behandlats i uppsatsen är förkultivering, odling i upphöjda bäddar, odling i tunnel, mark- och kulturtäckning, samt val av arter och sorter i syfte att förlänga säsongen. Genom att kombinera dessa åtgärder möjliggörs skörd under en stor del av året. Hur en planering av odlingsåtgärder kan se ut beror på vilka resurser som finns att tillgå i form av tid och yta. Inte minst beror det på om odlaren har tillgång till varmväxthus/kallväxthus, odlingsbänkar, eller andra arrangemang som möjliggör en tidigare start av säsongen.

En del av de beskrivna metoderna är inte så tidskrävande eller dyra, medan några kräver mera resurser. Det behöver exempelvis inte vara så resurskrävande att bygga upp en upphöjd bädd, eller att täcka marken med första bästa material som är lätt att få tag i. Däremot kan byggandet eller inköpet av ett tunnelväxthus bli en dyrare process. Fritidsodlaren och den som odlar kommersiellt har olika krav på och förutsättningar för odlingen, och strategierna får anpassas därefter. Fritidsodlaren har oftast utrymme att via försök och misstag prova sig fram till en passande odlingsmetod. Yrkesodlaren kan däremot oftast inte kosta på sig dålig eller utebliven skörd till följd av experimenterande med odlingsmetoder som inte fungerar. Coleman (2009) skördar grönsaker till försäljning under större delen av året i Maine, motsvarande zon 5. Hans koncept, att odla under fiberduk i plasttunnlar, samt ett system som bygger på mobila växthus har visat sig fungera bra. Dock har vägen dit har varit full av utvärderingar och förbättringar i odlingsmetoderna, ett arbete som ständigt pågår (Coleman, 2009). I ett sådant utvecklingsarbete är det värdefullt att kunna dra nytta av inte bara sina egna erfarenheter, utan också av andras. Om kunskap finns om vilka odlingsförutsättningar en gröda behöver, kan odlaren ofta skapa dessa med hjälp av information om hur de olika metoderna att förlänga säsongen fungerar. Exempelvis behöver gurka en varm plats, och de passar då bra i en upphöjd bädd som värms upp fortare. Om bädden dessutom täcks med plast blir det ännu varmare och fuktigheten i bädden kan behållas på ett mera effektivt sätt.

4.2 Bördighet

Att skörda under så stor del av året som möjligt innebär en risk för utarmning av marken. Bördigheten påverkas av ett flertal faktorer. För den som bedriver intensiv grönsaksodling är det viktigt att bruka marken på ett sätt som främjar struktur, mullhalt, katjonbytekapacitet, C/N kvot och livet i marken. Att odlaren innehar kännedom om marken som odlas samt de kulturåtgärder som påverkar dess struktur, näringsinnehåll och förekomst av jordburna patogener är elementärt för att kunna odla på ett sätt som bevarar markens bördighet.

Vid planering av kulturåtgärder bör hänsyn tas till jordmån och mikroklimat. Litteraturen understryker vikten av att ha en god växtföljd. För att kunna åstadkomma detta krävs god kunskap om odlingsplatsens förutsättningar samt egenskaper hos de växtfamiljer som odlas. Här är flera faktorer av betydelse, jordarten på platsen är en av grundförutsättningarna för hur bra en viss gröda trivs. En väl-dränerad och lucker sandjord passar exempelvis bra för morotsodling då morot behöver en god struktur i marken för att utvecklas väl (Ögren, 2003). En lämplig förfrukt till morot kan därför vara purjolök, som med sitt stora rotsystem ytterligare förbättrar markens struktur, och dessutom liksom moroten har ett samspel med mykorrhiza. En god växtföljd bör också innehålla grüngödslande grödor i form av ärtväxter och vall, dessa förhindrar näringsläckage och gynnar markstrukturen. Till viss del kan de också verka sanerande på jordburna patogener (som i växtföljdsexemplet rajgräs och hundäxing som enligt Båth et al., anses ha en viss sanerande effekt på klumprotsjuka i kål).

Denna uppsats har fokuserat på markens struktur och hur uppförökande av jordburna patogener kan minskas. En god struktur i marken är viktig för gynna näringsupptag och gasutbyte för växternas rötter, vilket är en förutsättning för god tillväxt hos grödorna. Att förhindra eller hålla nere uppförökning av jordburna patogener är också nödvändigt för att hålla grödorna friska. Uppsatsen har behandlat grüngödsling, som är ett sätt att förhindra näringsläckage av den näring som finns i marken, och återföra den till nästkommande gröda. Dock har övrig gödsling och gödslingsmetoder inte behandlats här, men en god gödslingsstrategi är en del av odlandet. Vid skörd bortförs näring, och om inte marken ska utarmas behöver detta ofta tillföras på något sätt.

4.3 Metoddiskussion

För att visa på metoder för att förlänga säsongen och bibehålla markbördigheten valdes åtta växtfamiljer ut för denna uppsats. Det finns arter i flera andra växtfamiljer som är frostdåliga och lämpar sig bra för en förlängd odlingssäsong, men åtta bedömdes som ett rimligt antal för syftet att illustrera växtföljdsegenskaper och temperaturkrav. De växtfamiljer som valdes innehåller grönsaker vi ofta odlar och äter, och de är alla ofta förekommande i litteraturen. Information om hur odlingssäsongen kan förlängas och hur markbördigheten behålls finns det mycket litteratur om, och utmaningen har inte legat i att hitta informationen, utan i att välja ut det som är mest relevant.

En del av materialet som användes för att beskriva förfruktsvärde är hämtat från en skrift från Ögren (1992). Tabellerna som Ögren använt i litteraturen har inte alltid angett den exakta gröda som behandlas i uppsatsen, vilket kanske kan verka förvirrande för läsaren. Dock bör det finnas tillräckligt med exempel för att ge en översiktlig bild av olika grödor och deras egenskaper kopplade till bördighet och säsong. Vidare saknas uppgift om rotdjup för

familjen amarantväxter. Dock finns uppgift om användbara delar och skörderester med, och Ögren (1992) har ändå kunnat bedöma förfruktsvärde för rödbeta, som ingår i denna familj. Förfruktsvärde för potatis saknas i Ögrens (1992) bestämning av förfruktsvärde, trots att denna gröda är med både i tabell 3, *Maximalt uppmätt rotdjup samt maximal bredd av rotsystem i sandjord*, och i tabell 4, *Användbara delar och skörderester för några grönsakskulturer*. Detta utgör en svaghet i tabell 5, *Förfruktsvärde för några arter ur grönsaksfamiljerna*. Dock kan förfruktsvärdet hos potatis ändå spekuleras i utifrån de uppgifter som presenteras i uppsatsen. En grödas förfruktsvärde står i direkt relation till efterföljande gröda, och potatis utgör en bra förfrukt till exempelvis lök. Detta eftersom potatisen är konkurrenskraftig mot ogräs genom sitt växtsätt och genom att ogräsbearbetning kan ske effektivt i potatisgrödan. För lök är detta fördelaktigt, den är känslig för konkurrens med ogräs och passar därför bra efter potatis i växtföljden. Båda grödor trivs på luckra jordar i varma lägen (Ögren et al., 2003).

4.4 Klimatförändringar

Som tidigare nämnts kommer Sveriges klimat med stor sannolikhet gradvis att förändras och bli varmare och blötare (Bergström-Nilsson, 2010). Sverige kommer i framtiden att få längre perioder av nederbörd och blötare vintrar, samt torrare sommar (Marmolin, 2010). Detta medför en längre odlingssäsong för flera grödor, och möjliggör också en större odling av de mera värmekrävande grödorna som framförallt odlas i södra Sverige idag, exempelvis gurkväxter i form av frilandgurka och squash. Förutsättningarna för grönsaksodling i Sverige kommer därmed att förändras. Detta kommer att ställa nya krav på den som odlar grönsaker, kanske framförallt professionellt. Exempelvis kommer dränering av marken att spela en avgörande roll, då skörd ofta sker under hösten och markpackningsskador lättare uppstår då jorden är blöt (Marmolin, 2010).

4.5 Slutsats

Syftet med denna uppsats var att undersöka metoder för att förlänga odlingssäsongen samtidigt som markens bördighet behålls. Målet var att presentera ett faktaunderlag för den som vill odla grönsaker med förlängd säsong. Frågeställningarna löd; *'Vilka metoder kan användas i syfte att starta säsongen tidigare och avsluta senare vid grönsaksodling?'* och *'Hur möjliggörs skörd under en större del av året, samtidigt som markens bördighet bibehålls?'*.

Frågorna har ett stort antal svar. Uppsatsen har belyst vikten av att ha kunskap om marken och växterna som ska odlas i den vid planering av odlingsåtgärder som gynnar både jord och gröda på lång sikt. Vidare har den presenterat metoder som kan tillämpas för att få en längre säsong utan att utarma marken. Med utgångspunkt i denna information och kunskap om den egna jorden, kan odlaren skapa sitt eget system för en längre säsong och en långsiktigt bördig jord.

5. Referenser

ACE (2013). *Environmental factors that affect plant growth*. Arizona Cooperative extension: College of Agriculture: The University of Arizona.
<https://ag.arizona.edu/pubs/garden/mg/botany/environmental.html> [2015-05-17]

Abawi, G.S., Widmer, T.L. (2000) Impact of soil health management practices on soilborne pathogens nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology* [Elektronisk], vol. 15, ss. 37-47. Tillgänglig:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139300000706#> [2015-03-12]

Adelsköld, N. (1991). *Odlinga köksväxter på friland*. Stockholm: LT

Andreasson, J. (2013). *Runåbergs fröer: grönsaker, kryddor och blommor för nordiska trädgårdar*. Stockholm: Natur & Kultur

Ashman, M. R. & Puri, G. (2002). *Essential soil science: a clear and concise introduction to soil science*. Oxford: Blackwell Science

Bergström Nilsson, S. (2010). *Klimatet i Sverige 2040* [Elektronisk]. Hushållningssällskapet i Halland (Delrapport 1 i projektet Gradvis) Tillgänglig:
<http://gradvis.se/LinkClick.aspx?fileticket=b2Zo5sRMiG4%3D&tabid=58> (2015-03-26).

Bierhuizen, J.F, Wagenvoort, W.A. (1974). Some aspects of seed germination in vegetables. 1. The determination and application of heat sums and minimum temperature for germination. *Scientia Horticulturae*, [Elektronisk] vol. 2 (1974), ss. 213-219. Tillgänglig:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304423874900296> [2015-03-07]

Björkman, L. (2012). *Fritidsodlingens omfattning i Sverige*. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet, Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap (Landskap, trädgård, jordbruk Rapportserie, 2012:8).

Blomgren, T., Frisch, T. och Moore, S. (2007). *High tunnels: Using low cost technology to increase yields, improve quality and extend the season* [Elektronisk]. University of Vermont Center for Sustainable Agriculture. Tillgänglig:
<http://www.uvm.edu/sustainableagriculture/Documents/HighTunnels.pdf> [2015-03-23]

Båth, B., Richert Stintzing, A., Ögren, E. (1999). *Växtföljden och odlingssystemet vid ekologisk odling av frilandsgrönsaker*. Bohus: Jordbruksverket (Jordbruksinformation 1999:20) [Broschyr]

Caspersen, S. (1999). *Mykorrhiza kan främja växthälsa*. [Elektronisk] Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet JLT-fakulteten (FAKTA Trädgård Nr 4:1999) Tillgänglig:
<http://www.slu.se/Documents/externwebben/overgripande-slu-dokument/popvet-dok/faktaträdgård/pdf99/Tr.99-04.pdf> [2015-05-22]

Coleman, E. (2009). *The Winter Harvest Handbook: Year-Round Vegetable Production Using Deep-Organic Techniques and Unheated Greenhouses*. White river junction, Vermont: Chelsea Green Publishing

Edman, T., Larsson, K., Lindeberg, G. (2013). *Exploatering av åkermark 2006 – 2010* [Elektronisk]. Jönköping: Jordbruksverket. (2013:3) Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra13_3v2.pdf (2015-03-17).

Ellingsworth, S. (2015) *Trädgårdsmässan - Här är alla trenderna* [Elektronisk]. Expressen, 27 mars. Tillgänglig: <http://www.expressen.se/leva-och-bo/tradgard/tradgardsmassan--har-ar-alla-trenderna/> (2015-04-27)

Epoch Times (2014) *Global fråga & Svar: "Tycker du att fler människor ska odla sin egen frukt och grönsaker"*. Epoch Times, 3 november. Tillgänglig: <http://www.epochtimes.se/Global-fraga-amp-svar-%E2%80%9DTycker-du-att-fler-maenniskor-ska-odla-sin-egen-frukt-och-groensaker%E2%80%9D-a27593.html> (2015-04-27)

Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I., och Simonsson, M. (2011). *Marklära*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur

Eriksson, S. (1993). *Mera vall för mullens skull* [Elektronisk]. *Fakta - Mark/växter*. Vol. 8. Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/fakta_mark_vaxter/FMV93-08/FMV93-08.HTM (2015-03-25)

Feddes, Reinder Auke (1971). *Water, heat and crop growth*.. Diss. [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://edepot.wur.nl/193068> [2015-03-07]

Granstedt, A. (2003). *Markens egenskaper och markvård i ekologisk grönsaksodling*. Jönköping: Jordbruksverket (Del i kurspärm *Ekologisk odling av grönsaker på friland* 2003)

Granström, B. (2015). *Vallväxter* [Elektronisk] I: *Nationalencyklopedin*. Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/vallv%C3%A4xter> [2015-06-07]

Hammar, O., Jansson, S.L. (1990). *Marklära I*: Hammar, Olof (red.) (1990). *Växtodling. 1, Marken*. 1. uppl. Stockholm: LT i samråd med Lantbrukslärarnas fören.

Hansson, A. (2004). *God kvävehushållning i ekologiskt lantbruk* [Elektronisk]. Jönköping: Jordbruksverket. Del i kurspärm *Ekologisk växtodling 2004*. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p8_5.pdf (2015-13-25)

Hansson, D., Schroeder, H. (2003). *Marktäckning i grönsaksodling*. Jordbruksverket [Elektronisk]. (Jordbruksverket, Broschyr P7:21). Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_21.pdf [2015-03-16]

Israelsson, L. (2011). *Handbok för köksträdgården: odla grönsaker, kryddor och bär*. [Ny, uppdaterad utg.] Stockholm: Bonnier fakta

Johansson, W. (2003). *Markens struktur och fysikaliska egenskaper I: Jordbruksverket, Markens egenskaper och markvård i ekologisk grönsaksodling* [Elektronisk]. Jönköping: Jordbruksverket. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_19.pdf (2015-03-18)

Johansson, L. (2007). *Odla exotiskt i din trädgård*. Stockholm: Prisma

Jordbruksverket (2014). Sockerbetors behov av växtnäring. <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgrador/sockerbetor/vaxtnaring/vaxtnaringsbehov.4.32b12c7f12940112a7c800035449.html> [2015-05-24]

Kling, M. (1998). *Mykorrhiza - dold kraft i odlingen*. [Elektronisk]: Uppsala: SLU (Fakta Trädgård 1998:7) [Faktablad] Tillgänglig: <http://www.slu.se/Documents/externwebben/overgripande-slu-dokument/popvet-dok/faktatradgard/pdf99/Tr.99-04.pdf> (2015-03-22)

Kosaric, N., Cosentino, G.P., Wieczorek, A. (1984). The Jerusalem Artichoke as an Agricultural Crop. *Biomass* [Elektronisk] vol. 5 ss. 1-36. Tillgänglig: http://ac.els-cdn.com/0144456584900660/1-s2.0-0144456584900660-main.pdf?_tid=1fb8ff76-f350-11e4-a0a3-00000aabb0f01&acdnat=1430848798_4d22f1fe9afb5898583e51f412c1b5c8 [2015-05-5]

Kätterer, T., Bolinder, M.A, Andrén, O., Kirchmann, H., Menichetti, L. (2011). Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* [Elektronisk], vol. 141, ss. 184-192. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880911000818> [2015-03-07]

Lagerberg Fogelberg, C. (2008). På väg mot miljöanpassade kostråd: Vetenskapligt underlag inför miljökonsekvensanalysen av Livsmedelsverkets kostråd. Uppsala: Livsmedelsverket (Livsmedelsverket Rapport, 2008:20) Tillgänglig: http://www.livsmedelsverket.se/globalassets/rapporter/2008/2008_livsmedelsverket_9_miljoanpassade_kostrad.pdf?id=5819

Larsson, L., Gunnarsson, K., Schroeder, H. (1997). Marktäckning i trädgårdsodling. Odlingsteknik med många möjligheter. *Jordbruksinformation* [Elektronisk], vol. 5. Tillgänglig: <http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/jordbruksinfo/JIN97-05/JIN97-05.HTM> [2015-03-15]

Larsson, L. och Båth, A. (1997) Evaluation of soil temperature moderating and moisture conserving effects of various mulches during a growing season. *Acta Agriculturae Scandinavica* 46:153-160.

Ledin, S. (1990). Marklära I: Hammar, Olof (red.) (1990). *Växtodling. 1, Marken*. 1. uppl. Stockholm: LT i samråd med Lantbrukslärarnas fören.

Lindbloms Frö (2014). *Lindbloms Frö: Frö och tillbehör för trädgårdsodling. Specialitet utsäde för ekologisk odling & närodlat*. <http://www.lindbloms.se/> [2015-03-22]

Lunds kommun (2015). Odlar i Lund – stadsodling. <http://www.lund.se/Medborgare/Bygga-bo--miljo/Parker-och-natur/Odlar-i-Lund---stadsodling/> [2015-05-09]

Marmolin, C. (2010). *Grönsaksproduktion i Sverige 2040* [Elektronisk]. Hushållningssällskapet i Halland (Delrapport 4 i projektet Gradvis) Tillgänglig: <http://www.gradvis.se/LinkClick.aspx?fileticket=U5mmtWvS15E%3D&tabid=59> (2015-03-26)

Naturhistoriska riksmuseet (2008). *Den virtuella floran: Rädisa*. <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/brassica/rapha/raphsat.html> [2015-04-12]

Naturhistoriska riksmuseet (2005). Den virtuella floran: Tomat. <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/solana/lycop/lycoesc.html> [2015-04-26]

Naturvårdsverket (2014) Vad görs åt matsvinnet; Data, åtgärder och styrmedel med fokus på Norden, Storbritannien och Nederländerna [Elektronisk]. Bromma: Arkitektkopia AB (Naturvårdsverket Rapport, 2014:6620). Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Nerladdningssida/?fileType=pdf&downloadUrl=/Documents/publikationer6400/978-91-620-6620-8.pdf> (2015-03-07).

Odlar i Stan (2014). Odlar i stan. <http://www.odlaistan.nu/> [2015-05-09]

Olsson, O.G. (2015). Förkultivering [Elektronisk] I: *Nationalencyklopedin*. Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/f%C3%B6rkultivering> [2015-05-22]

Olssons Frö (2014). Olssons Frö 2014: Frö, sättlök, plantor och knölar. Grönsaker blommor, redskap och tillbehör. Helsingborg: Olssons Frö (Frökatalog 2014)

Reeves, D.W. (1997). The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & Tillage Research* [Elektronisk], vol. 43, ss. 131-167. Tillgänglig: The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems [2015-03-07]

Riksförbundet Svensk Trädgård (2014). *Zonkartan- historik*. http://www.tradgard.org/svensk_tradgard/zonkarta/historik.html [2015-02-23]

Rölin, Å. (2003). Växtföljd i ekologisk grönsaksodling. I: Ascard, J. Rehnstedt, C. (red.) *Ekologisk odling av grönsaker på friland: kurspärm* Jönköping:

SCB, Jordbruksverket, Naturvårdsverket och LRF, Hållbarhet i svenskt jordbruk 2012

Schrock, D. (u.å.). Raised-bed gardening. *Extension*. University of Missouri: Dep of Horticulture. Tillgänglig: <http://extension.missouri.edu/explorepdf/agguides/hort/g06985.pdf>

SKUD (2015a). *Svensk Kulturväxtdatabas*. <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/skud/vaxtnamn/> [2015-03-22]

SKUD (2015b). *Svensk Kulturväxtdatabas - Chenopodiaceae*.
<http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/skud/vaxtnamn/> [2015-06-02]

SMHI (2014). *Vegetationsperiod*.
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vegetationsperiod-1.6270> [2015-03-26]

Svensk Potatis AB (2014). *Svensk Potatis; Botanisk beskrivning*.
<https://webmail.slu.se/owa/#path=/mail> [2015-05-04]

Tisdall, J.M. & Oades, J. M. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* [Elektronisk], vol. 33, ss. 141-163. Tillgänglig:
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2389.1982.tb01755.x/abstract;jsessionid=A36083AE263AE9161B32E4EFDEB9A2E9.f03t03> [2015-03-07]

Truedsson, Å. (2011). *Odla dina egna grönsaker*. Stockholm: Natur och kultur.

Urtekram (2014). Om konsumtionen av ekologisk mat i Sverige. Urtekrams eko-barometer november 2014. Pressfakta.

Wallenhammar, A (1997). Klumprotsjuka på oljeväxter. [Elektronisk]: Uppsala: SLU (Faktablad om växtskydd, Jordbruk 44J) [Faktablad] Tillgänglig:
http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/ekologi/V%C3%A4xtskydd/faktablad/Faktablad_om_vaxtskydd_44J.pdf (2015-06-08)

Wastenson, L., Raab, B. och Vedin, H. (red.) (2004). *Sveriges nationalatlas. Klimat, sjöar och vattendrag*. Gävle: Kartförlaget

Waterer, D.R. (2000). Effect of Soil Mulches and Herbicides on Production Economics of Warm Season Vegetable Crops in a Cool Climate. *HortTechnology* [Elektronisk], vol. 10(1), ss. 154-159. Tillgänglig: <http://horttech.ashspublications.org/content/10/1/154.full.pdf> [2015-03-15]

Widén, M. & Widén, B. (red.) (2008). *Botanik: systematik, evolution, mångfald*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur

Weidow, B.(1998). *Växtodlingens grunder*. [Ny, aktualiserad och rev. uppl.] Stockholm: LT

Wells, O.S., Loy, J.B. (1993). *Rowcovers and High Tunnels Enhance Crop Production in the Northeastern United States* [Elektronisk], Horttechnology Vol. 3 (1), ss.92-95. Tillgänglig: <http://horttech.ashspublications.org/content/3/1/92.full.pdf> [2015-03-23]

Wetterlind, J., Stenberg, M., Lindén, B., Båth, B. (2005) *Baljväxters kväveefterverkan och betydelse för kväveförsörjningen i ekologiskt lantbruk* [Elektronisk]. Jönköping:

Jordbruksverket (Jordbruksinformation 1:2005) Tillgänglig:
<http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/jordbruksinfo/JIN05-01/JIN05-01.PDF> (2015-03-22)

Ögren, E. (1992). Ekologisk trädgårdsodling. Från teori till praktik: Växtföljd. Jordbruksverket (SJV) Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/utan_serietitel_sjv/UST92-3/UST92-3G.HTM [2015-03-07]

Ögren, E. (2003). Gröngödsling i ekologisk grönsaksodling [Elektronisk]. Jönköping: Jordbruksverket (Jordbruksverket JO03:8) Tillgänglig:
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo03_8.pdf (2015-03-22)

Ögren, E., Rölin, Å., Ivarsson, P., Persson, G., Ekerwald, L. (2003). *Odlingsbeskrivningar för ekologiska grönsaker* [Elektronisk]. Jönköping: Jordbruksverket (Jordbruksverket P7:24) Tillgänglig:
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_24.pdf (2015-03-22)